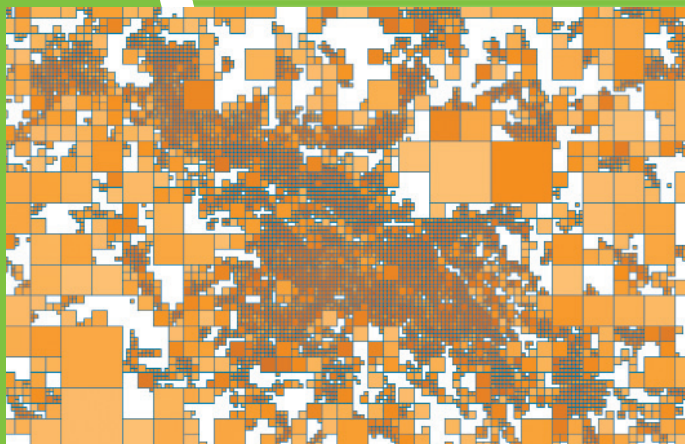




Leibniz-Institut
für ökologische
Raumentwicklung



Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher,
Martin Behnisch (Hrsg.)

Flächennutzungsmonitoring V

Methodik – Analyseergebnisse –
Flächenmanagement

IÖR Schriften

**Herausgegeben vom
Leibniz-Institut für ökologische
Raumentwicklung**

RHOMBOS-VERLAG BERLIN

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar

Impressum

Herausgeber

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR)
Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Bernhard Müller
Weberplatz 1
01217 Dresden
Tel.: (0351) 4679-0
Fax: (0351) 4679-212
E-Mail: info@ioer.de
Homepage: <http://www.ioer.de>

Verlag

RHOMBOS-VERLAG
Kurfürstenstraße 17
10785 Berlin
E-Mail: verlag@rhombos.de
Homepage: <http://www.rhombos.de>
VK-Nr. 13597

Druck: dbusiness.de GmbH, Berlin

Printed in Germany

© 2013 RHOMBOS-VERLAG, Berlin

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.

Kein Teil dieses Werkes darf außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Titelbild: Geoinformationen (Kartenausschnitt): © Geobasis-DE/BKG 2011

Bearbeitung: Markus Dießelmann, IÖR

Satz/DTP: Natalija Leutert, Margitta Wahl

ISBN: 978-3-944101-18-7

IÖR Schriften Band 61 · 2013

**Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher,
Martin Behnisch (Hrsg.)**

Flächennutzungsmonitoring V

**Methodik – Analyseergebnisse –
Flächenmanagement**

Vorwort

Ein zuverlässiges Flächennutzungsmonitoring auf allen räumlichen Ebenen vom Bund bis zur Gemeinde ist für die Bewertung der Flächenentwicklung unerlässlich. Flächenhaushaltspolitik und Flächensparziele lassen sich nur auf dieser Grundlage überprüfen, anpassen und weiterentwickeln. In dieser Hinsicht bleiben in der Praxis derzeit viele Wünsche offen, beispielsweise eine abgestimmte Methodik zur Erfassung und zum Monitoring städtischer Innenentwicklungspotenziale.

Die zunehmende Verfügbarkeit digitaler Geobasisdaten bietet inzwischen eine gute Grundlage, die Bodenbedeckung, die Flächennutzung sowie den Gebäudebestand räumlich verortet zu erheben, zu analysieren, deren Entwicklung darzustellen und auch Prognosen in Kombination mit statistischen Daten anzubieten.

Neue Entwicklungen aus Wissenschaft und Praxis zu dieser Thematik vorzustellen und zu diskutieren, ist das Ziel des alljährlichen Dresdner Flächennutzungssymposiums. In diesem Band sind nahezu alle Beiträge der 5. Auflage dieser Veranstaltungsreihe enthalten, die vom 5. bis 6. Juni 2013 stattfand. Sie umspannen die Themenbereiche Flächenmanagement, Flächennutzungskonflikte und Flächenmonitoring, Identifizierung von Innenentwicklungspotenzialen, Indikatoren, Datenangebote, kleinräumige Analyse- und Erhebungsverfahren, ausgewählte Analyseergebnisse aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, innovative Planungstools, Regional- und Städtestatistik, Prognosen und Szenarien sowie die Nutzung erneuerbarer Energiepotenziale.

Von den zahlreichen neuen Ansätzen im Flächenmonitoring seien hier stellvertretend die Plattform Innenentwicklung des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain, die Methodik der Brachflächenerhebung in Nordrhein-Westfalen und die Befragungsergebnisse zum Siedlungsflächenmonitoring auf Ebene der Regionalplanung genannt. Auch Statistikdaten – immer kleinräumiger von den Nutzern angefragt und hoffentlich in Zukunft regelmäßig bereitgestellt – ermöglichen einen detaillierten Einblick in räumliche Verteilungen, wie der Beitrag Raumanalyse mit Steuerdaten zeigt. Letztlich kann eine nachhaltige Raumentwicklung nur auf Grundlage guter Prognosen und Szenarien gelingen – deshalb wird neuen methodischen Entwicklungen und Ergebnissen auch wieder breiter Raum in diesem Band gegeben.

Auf dem Symposium wurden auch die aktuellen Entwicklungen und Ergebnisse des Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (www.ioer-monitor.de) vorgestellt. Diese kostenfreie wissenschaftliche Dienstleistung des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung ermöglicht die Anzeige, den Vergleich und die statistische Analyse von über 50 Flächennutzungsindikatoren auf verschiedenen räumlichen Ebenen vom Bund über Länder, Raumordnungsregionen und Kreise bis zu Gemeinden. Erstmals werden auch Gebäudebestandsindikatoren gezeigt, die auf Grundlage von Geobasisdaten

ermittelt wurden. Neu angeboten wird auch eine intrakommunale Visualisierung der Indikatorwerte auf Rasterbasis in hoher Auflösung in einem Detailviewer und WMS-Dienste zur Einbindung dieser Rasterkarten in eigene GIS-Umgebungen.

Die Präsentationen der einzelnen Beiträge des Symposiums sind im Internet über den Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) unter der folgenden Adresse zu finden:

www.ioer-monitor.de/veranstaltungen/5dfns-2013//

Allen Autoren sei herzlich gedankt für die sehr gute Zusammenarbeit im Redaktionsprozess.

Autoren und Herausgeber wünschen bei der Lektüre interessante Erkenntnisse und Einsichten in diesem für eine nachhaltige Entwicklung bedeutenden, sich dynamisch entwickelnden interdisziplinären Themenfeld.

Gotthard Meinel

Ulrich Schumacher

Martin Behnisch

Dresden, Oktober 2013

Inhaltsverzeichnis

Flächenmanagement

Stand der Forschung und Praxis beim Flächenmanagement <i>Uwe Ferber</i>	3
Handelbare Flächenzertifikate – ein praxistaugliches Instrument? <i>Stefan Siedentop, Kilian Bizer, Jana Bovet, Ralph Henger</i>	11
Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche und Ansätze zur Ermittlung der temporären Flächenbelegung durch Transporte <i>Gertrude Penn-Bressel</i>	21

Identifizierung von Innenentwicklungspotenzialen

Die Plattform Innenentwicklung Wohnen – Erfahrungen des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain <i>Andreas Elend, Stefan Königer, Britta Müller</i>	35
Brachflächenerhebung und -recycling, Erhebungsmethodik in Nordrhein-Westfalen <i>Heinz Neite, Klaus-Jürgen Berief</i>	43
Innenentwicklungspotenziale in Deutschland – Ergebnisse einer bundesweiten Befragung <i>Georg Schiller, Holger Oertel, Andreas Blum</i>	51

Indikatoren

Zerschneidung und Zersiedelung im Rahmen der Landschaftsbeobachtung Schweiz <i>Christian Schwick, Felix Kienast, Jochen Jaeger</i>	63
Indikatoren des Naturschutzes – Aktueller Stand und weiterer Bedarf <i>Ulrich Sukopp</i>	71
Die Machbarkeit der „Netto-Null“ bei der Neuinanspruchnahme von Böden – Erfahrungen zur Nachhaltigkeit mit dem Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS) <i>Gerd Wolff</i>	83

Flächenmonitoring

Siedlungsflächenmonitoring auf der Ebene der Regionalplanung – Ergebnisse bundesweiter Umfragen 2007 und 2013 <i>Nicole Iwer</i>	95
--	----

Windkraft-Anlagendichte in Raumordnungsgebieten im Spiegel des Raumordnungsplan-Monitors <i>Klaus Einig, Brigitte Zaspel</i>	105
Flächennutzungsmonitoring – aktuelle Ergebnisse und Entwicklungen im IÖR-Monitor <i>Gotthard Meinel, Tobias Krüger, Ulrich Schumacher, Jörg Hennersdorf, Jochen Förster, Christiane Köhler, Ulrich Walz, Christian Stein</i>	117
Methodik und Ergebnisse des Flächenmonitorings und Aufbau des Flächenmanagements in Köln <i>Hermann Breuer</i>	131

Datenangebote und Dienste

ATKIS® Basis-DLM – fachliche Betrachtung amtlicher Geobasisdaten und deren bundesweite Nutzung <i>Ramona Kurstedt</i>	141
Geometrieinformationen zum Gebäudebestand – die Produkte Hauskoordinaten, Hausumringe und 3D-Gebäudemodelle <i>Gerfried Westenberg, Kerstin Will</i>	147
Flächennutzungsmanagement mit vernetzten Geodaten – ein Blick auf die GDI-DE <i>Martin Lenk</i>	155
Fachinformationssysteme unter Einbindung zentraler Dienste <i>Armin Müller</i>	163
Von historischen Karten bis zum aktuellen 3D-Gebäudebestand – Visualisierung raumbezogener Informationen im BayernAtlas <i>Yvonne Clerico</i>	169

Erhebungs- und Analysetechniken

Vom Satellitenbild zu Stadtstrukturtypen: Wie Graphen die Flächennutzung charakterisieren <i>Irene Walde, Sören Hese, Christian Berger, Christiane Schmallius</i>	179
Zur Erzeugung hochauflösender datenschutzkonformer Mischrasterkarten <i>Markus Dießelmann, Gotthard Meinel</i>	189
Automatische Erkennung von Gebäudetypen auf Grundlage von Geobasisdaten <i>Robert Hecht</i>	199

Automatisierte Baublockabgrenzung in Topographischen Karten <i>Sebastian Muhs, Gotthard Meinel, Dirk Burghardt, Hendrik Herold</i>	211
---	-----

Deutschlandweite Analyseergebnisse

Raumanalyse mit Steuerdaten – von Pendlerströmen bis zur Religionszugehörigkeit <i>Stefan Dittrich</i>	223
---	-----

Analyseergebnisse zum Gebäudebestand in Deutschland auf der Grundlage von Geobasisdaten <i>Martin Behnisch, Ulrike Hagemann, Gotthard Meinel</i>	231
--	-----

Kleinräumige Analysen und Visualisierungen

Planung auf den Punkt gebracht – mit verorteten Einwohnermeldedaten zu passgenauen Planungsgrundlagen <i>Sabine Benneter</i>	245
--	-----

ruhrAGIS – Atlas Gewerbe- und Industriestandorte Ruhr <i>Jochen Weiland</i>	253
--	-----

Interaktives Webtool zur Nachhaltigkeitsprüfung für den Wohnbau <i>Bernhard Castellazzi, Dagmar Schnürch, Thomas Prinz, Thomas Blaschke</i>	259
--	-----

Nutzung erneuerbarer Energiepotenziale

Erneuerbare Energien – Potenziale und ihre räumliche Verteilung in Deutschland <i>Luis Carr, Tobias Schmid</i>	269
---	-----

Einsatzmöglichkeiten der Erdbeobachtung auf dem Weg zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieversorgung <i>Thomas Esch, Markus Tum</i>	279
---	-----

Regional- und Städtestatistik

Europa vergleichbar machen – der Weg zu einer kleinräumigen harmonisierten Regionalstatistik <i>Gunter Schäfer</i>	289
--	-----

Demografiemonitoring und Bevölkerungsprognose als Beispiele kleinräumiger Kommunalstatistik – Methode und Ergebnisse der Stadt Augsburg <i>Andreas Gleich, Thomas Staudinger</i>	297
--	-----

Prognosen und Szenarien

Einwohner- und Erwerbstätigenentwicklung in München –
Grundlage von Wohnungsbaupogrammen
Alexander Lang307

Methoden zur Ermittlung des Flächenbedarfs für Wohnen und Wirtschaft
für die Regionalplanung in Nordrhein-Westfalen
Dirk Vallée317

Flächennutzung heute und morgen – Aktuelle Trends und Simulationsergebnisse
für Deutschland im Jahr 2030
Jana Hoymann, Roland Goetzke.....329

Autorenverzeichnis.....337

Flächenmanagement

Stand der Forschung und Praxis beim Flächenmanagement

Uwe Ferber

Zusammenfassung

Schon der Bodenschutzbericht der Bundesregierung 2002 identifiziert Flächenmanagement als ein Schlüsselinstrument zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme: „Grundlage hierfür bildet eine Erfassung von Flächenpotenzialen wie Bauland, Baulücken, Brachflächen, Leerstand oder Unterausnutzung von Liegenschaften sowie eine Bewertung des Planungszustandes. In den vergangenen Jahren sind von Forschung und Praxis zahlreiche Initiativen zum Flächenmanagement ausgegangen. Diese umfassen die Entwicklung von Erfassungs- und Bewertungstools, Managementansätzen auf kommunaler und regionaler Ebene bis hin zu Konzepten zu einer grundlegenden Neuordnung von Planungsorganisation und -verwaltung ausgerichtet am Ziel der Innenentwicklung. Der Beitrag enthält einen Überblick zum Stand der Forschung sowie zu ausgewählten Initiativen zum Flächenmanagement in den Bundesländern.

1 Einführung

Die Bundesregierung hat 2002 in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie („Perspektiven für Deutschland“) das flächenpolitische Ziel beschlossen, die Flächeninanspruchnahme bis zum Jahr 2020 auf 30 ha/Tag zu reduzieren (vgl. Bundesregierung 2002-I). Gleichzeitig wird die Erreichung eines Verhältnisses Innen- zu Außenentwicklung von 3:1 angestrebt. Der Bodenschutzbericht ist für die Umsetzung dieses Ziels ein Schlüsselinstrument: „Grundlage hierfür bilden eine Erfassung von Flächenpotenzialen wie Bauland, Baulücken, Brachflächen, Leerstand oder Unterausnutzung von Liegenschaften sowie eine Bewertung des Planungszustandes.“ (vgl. Bundesregierung 2002-II). Den aktuellen Stand der Diskussion hat die Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) im März 2010 zusammengefasst (LABO 2010). Demnach ist „grundsätzlich festzustellen, dass aufgrund der vom Nachhaltigkeitsrat initiierten Diskussion um das 30 ha-Ziel sowie im Zusammenhang mit dem demografischen Wandel ein zunehmendes Bewusstsein für eine Stärkung der Innenentwicklung unserer Städte entstanden ist.“ Trotz der zahlreichen Bemühungen und Empfehlungen seitens des Bundes, der Länder, der kommunalen Spitzenverbände und der Fachministerkonferenzen ist bisher noch keine grundlegende Trendwende in der Inanspruchnahme von Freiflächen erkennbar. Die LABO empfiehlt insbesondere die Planungsinstrumente durch geeignete Erhebungs- und Informationssysteme, Organisationsstrukturen und Vorgehensweisen zum Erkennen, Mobilisieren und Nutzen von Potenzialen im Bestand zu unterstüt-

zen. Durch Flächenmanagement in allen Kommunen sowie auf regionaler Ebene soll eine zugleich bedarfsgerechte und flächenschonende Planung und langfristig eine Flächenkreislaufwirtschaft ermöglicht werden.

2 Forschung zum Flächenmanagement

Die zentralen wissenschaftlichen Beiträge zum Flächenmanagement wurden in den vergangenen Jahren durch die Entwicklung des Konzepts der Flächenkreislaufwirtschaft, die Beiträge des BMBF-Forschungsschwerpunktes „für die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und ein nachhaltiges Flächenmanagement (REFINA)“ und europäische Forschungsprojekte geleistet.

Das im Jahr 2007 abgeschlossene Vorhaben „Fläche im Kreis – Kreislaufwirtschaft in der städtischen/stadtregionalen Flächennutzung“ schlägt einen Paradigmenwechsel von der „Flächenplanung“ zur „Flächenkreislaufwirtschaft“ vor (BMVBS, 2007). Im Forschungsprojekt wurden zum ersten Mal umfassend die Bundes- und Landesinstrumente auf ihren Zielerreichungsbeitrag zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme überprüft. Daraus wurden Empfehlungen für die Neugestaltung der geltenden sowie neuen rechtlichen, planerischen und ökonomischen Instrumente einer Flächenkreislaufwirtschaft erarbeitet. Auch wenn die Rahmenbedingungen nur Schritt für Schritt verändert werden können hat sich das Ziel der Flächenkreislaufwirtschaft weitgehend etabliert und den Blick für die Wechselwirkungen von Innen- und Außenentwicklung geschärft.

Umfangreiche methodische Beiträge zum Flächenmanagement wurden im Rahmen des BMBF-Programms „Forschung für die Nachhaltigkeit eines neuen Forschungsschwerpunktes für die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und ein nachhaltiges Flächenmanagement (REFINA)“ von 2004-2011 erarbeitet¹. Der Forschungsschwerpunkt wurde seitens der Bundesregierung ressortübergreifend begleitet, also insbesondere unter Einbeziehung des Bau- und des Umweltressorts. Dies beinhaltet drei Schwerpunkte:

- Beispielhafte Modellkonzepte innovativen Flächenmanagements für ausgewählte Regionen.
- Analysen, Methoden und Bewertungsansätze für ein nachhaltiges Flächenmanagement und Flächenrecycling.
- Entwicklung neuer Informations- und Kommunikationsstrukturen.

Durch REFINA-Projekte wurden die fachlichen Grundlagen eines verbesserten Flächenmonitorings in Form eines bundesweiten „Flächenbarometers“ gelegt². Neue regionale Steuerungsoptionen konnten entwickelt werden. So wurde im

¹ Bekanntmachung von Förderrichtlinien des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zum Schwerpunkt „Forschung für die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und ein nachhaltiges Flächenmanagement (REFINA)“, 11.10.2004.

² Zusammenfassende Dokumentation aller REFINA-Vorhaben vgl. Bock 2011.

Vorhaben „Regionaler Gewerbeflächenpool Neckar-Alb – REGENA“ ein freiwilliges Kooperationsmodell für das Management eines Industrie- und Gewerbeflächenpools getestet. In der Stadtregion Gießen-Wetzlar konnten flächenpolitische Leitbilder mit regionalen Folgekostenberechnungen verknüpft werden. „Komreg – Kommunales Flächenmanagement in der Region“ für die Region Freiburg erarbeitete Szenarien der Siedlungsentwicklung als Visualisierungs- und Kommunikationsinstrument.

Auf der kommunalen Handlungsebene stellte das „Nachhaltige Flächenmanagement Hannover“ ein Flächenkataster auf, welches auf die Integration von Daten der Fachverwaltung und verknüpfte Anwendungen mit Free-GIS Systemen zielt. Die im Vorhaben „Neue Handlungshilfen für eine aktive Innenentwicklung (HAI)“ entwickelten Handlungshilfen dienen der Motivation und Unterstützung von Gemeinden und Grundstückseigentümern zur verstärkten Nutzung von Baulandpotenzialen im Bestand. Mit praxisnahen Methoden der Bestandserfassung und Eigentümeransprache können Aktivierungshemmnisse abgebaut werden.

In der Gesamtschau wurden von REFINA umfangreiche wissenschaftliche Grundlagen und Anwendungstools für eine verbesserte Planung auf regionaler und kommunaler Ebene geschaffen. Deren Anwendung stößt jedoch aufgrund des Freiwilligkeitsprinzips und einer schwachen Position der Regionalplanung auf Hindernisse. Besonders das Scheitern des über einen langen Zeitraum vorbereiteten Gewerbeflächenpools Neckar-Alb zeigt, dass die angestrebten freiwilligen Lösungen zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme nicht von Erfolg waren.

Als ergänzende Maßnahmen wurden durch REFINA ökonomische Instrumente erstmals systematisch in die flächenpolitische Diskussion eingeführt. Neben Forschungen zu den in diesem Band dargestellten Flächenzertifikaten wurden insbesondere Kostenrechner zur Baulandneuausweisung entwickelt. „LEAN² – Kommunale Finanzen und nachhaltiges Flächenmanagement“ legte ein praxistaugliches Werkzeug zur Erfassung der fiskalischen Auswirkungen lokaler Siedlungsentwicklung vor.

Auch von Seiten der Europäischen Union werden aktuell zwei Verbünde im 7. Forschungsrahmenprogramm unterstützt. Das Vorhaben HOMBRE entwickelt den Ansatz der Flächenkreislaufwirtschaft auf europäischer Ebene weiter. TIMBRE verknüpft Anwendungstools zum Flächenrecycling³. Forschung und Praxis treffen sich regelmäßig im Rahmen der internationalen „CABERNET – Management of Urban Land“ Konferenzen.

³ Weitere Informationen: www.zerobrownfields.org; www.timbre-project.eu (Zugriff: 19.08.2013).

3 Flächenmanagement in den Bundesländern

In den Bundesländern spiegeln die unterschiedlichen methodischen Ansätze zum Flächenmanagement den siedlungsstrukturellen und entwicklungsdynamischen Kontext der Regionen bzw. der Länder wider. So stellt die Landesregierung **Baden-Württemberg** den Kommunen umfassende Datentools für das Flächenmanagement und den Aufbau von Baulandkatastern bereit. Sie sind Grundlage für Entscheidungen der Regionalplanung zur Flächenneuausweisung und die Fördermittelvergabe. Das Ziel besteht darin, eine möglichst große Mobilisierung der meist privaten Baulandpotenziale im Innenbereich zu unterstützen. Hierbei werden neben Brachen und Baulücken auch „Nachverdichtungspotenziale“ im Bestand mit betrachtet. In den Katastern finden sich zudem weitergehende entwicklungsrelevante Informationen zu den einzelnen Flächen, die für eine Bebauung relevant sind. Ein Beispiel hierfür ist das „Nachhaltige Bauflächenmanagement Stuttgart (NBS)“. Die Stadt ist mit einer erheblichen Flächenknappheit konfrontiert. Die aufgebaute Datenbank ist das zentrale Instrument für die Neuausrichtung der Flächennutzungsplanung am Ziel der Innenentwicklung. Sie dient zur internen und externen Information und zielt vor allem auf die Mobilisierung privater Grundstücke durch ein verbessertes Informationsmanagement und Entwicklung von Nutzungskonzepten. Die Inhalte der Datenbank wurden inzwischen in einem Web-Auftritt (www.stuttgart-bauflaechen.de) integriert, auf den jeder Interessent per Internet zugreifen kann.

In **Bayern** wurde im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) das Projekt „FMD – Flächenmanagement-Datenbank für die bayerischen Kommunen“ durchgeführt. Die FMD stellt ein kostenloses Werkzeug für das Flächenmanagement von kleinen als auch großen Kommunen dar. Fünf Module bilden gemeinsam die Grundlage:

- Baulücken- und Brachflächenkataster
- Ansprache der Eigentümer von Innenentwicklungspotenzialen
- Grundstücks- und Immobilienbörse
- Berechnung des Wohnbaulandbedarfes
- Monitoring der Innenentwicklung

Die Module werden in den Kommunen aktuell getestet. Im Rahmen des Modellprojektes „Flächenmanagement in interkommunaler Zusammenarbeit“ in der Interkommunalen Allianz Oberes Werntal ergab sich etwa ein vorhandenes Innenentwicklungspotenzial von 2 576 Flächen, davon 1 432 Baulücken, mit einer Gesamtfläche von 252 ha. Damit beträgt der Anteil der IEP an der GuF 17,6 % (Gesamt-GuF 14 322 ha). Einwohnerbezogen entsprechen die IEP 58 m²/Einw. (43 000 Einw.) Das Potenzial für ein kommunales Flächenmanagement wird deutlich, wenn die aktivierbaren Innenentwicklungspotenziale von 24 ha dem rechnerischen Baulandbedarf von 25 ha bis 2020 gegenüber gestellt werden.

In **Niedersachsen** steht die Bewältigung des demographischen Wandels im Mittelpunkt des Flächenmanagements. Im Modellprojekt „Umbau statt Zuwachs – Regional abgestimmte Siedlungsentwicklung von Kommunen“ der Regionalen Entwicklungskooperation (REK) Weserbergland plus entstand ein Baulücken- und Leerstandkataster unter Einschluss selbst kleinteiliger historischer Ortslagen. Dieses wurde im MORO „Aktionsprogramm regionale Daseinsvorsorge“ des Regionalmanagements Mitte Niedersachsen weiterentwickelt. Auf Grundlage des Katasters bietet das Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung (LGLN) den Kommunen die Bündelung der Informationen der Baulücken- und Leerstandskataster und der Altersstruktur der Bewohner (BLK) an. Hierfür wurde ein Erfassungstool entwickelt und den Kommunen zur internen Verwendung bereitgestellt.

Im Projekt Raum⁺ in **Rheinland-Pfalz**⁴ wurden landesweit Information über Innen- als auch Außenentwicklungsreserven erfasst. Eine zentrale Rolle kommt einer Online-Erhebungsplattform zu. Sie ist auf verschiedene Akteure sowohl auf kommunaler, als auch auf regionaler und landesweiter Ebene ausgerichtet. Sie ist kooperativ und dialogorientiert angelegt und soll das Wissen der Akteure vor Ort nutzen. Darüber hinaus wird durch den Raum⁺-Ansatz eine einheitliche Betrachtung aller Flächenpotenziale im regionalen Vergleich möglich. Ergänzend wird eine Übersicht über die räumliche Verteilung der Flächenreserven inklusive verschiedener relevanter Informationen wie Mobilisierungshindernisse angeboten. Einbezogen wurden für das Vorhaben alle Siedlungsreserven im rechtskräftigen Flächennutzungsplan mit einer Flächengröße von mindestens 2 000 m². Durch das Modellprojekt wurden die Grundlagen für ein Monitoring der jeweiligen kommunalen Siedlungsflächen geschaffen, darüber hinaus zielte es auf die Förderung eines gezielten und differenzierten Siedlungsflächenmanagements, das landesweit einheitlich betrieben werden soll.

Im **Freistaat Sachsen** reichen die Aktivitäten von flächenpolitischen Zielsetzungen im Landesentwicklungsplan der Unterstützung des kommunalen Flächenmanagements durch Erfassungsinstrumente bis hin zu spezifisch ausgerichteten Förderprogrammen zur Brachflächenrevitalisierung. Die Bedeutung der Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und die daraus resultierende Querschnittsaufgabe sind politisch erkannt und werden in einer interministeriellen Arbeitsgruppe gebündelt. Der Landesentwicklungsplan⁵ führt im Kapitel „Effiziente Flächennutzung und Reduzierung der Flächenneuanspruchnahme“ aus: „Die Reduzierung der Flächenneuanspruchnahme und eine wirtschaftlich effiziente Flächennutzung ist eine wichtige Aufgabe der weiteren Entwicklung des Freistaates Sachsen. Ein kommunales Flächenmanagementsystem wurde vom Landesamt für Umwelt

⁴ Weitere Informationen: www.mwkel.rlp.de/Bodenschutz/Flaecheninanspruchnahme-Flaechenmanagement/Raum-Rheinland-Pfalz/ (Zugriff: 19.08.2013).

⁵ Freistaat Sachsen; Entwurf zum Landesentwicklungsplan 2012. Landesentwicklungsplan 2012 – Geänderter Entwurf für das Beteiligungsverfahren. Weitere Informationen: www.landentwicklung.sachsen.de/download/Landesentwicklung/Geaenderter_LEP_25_09_2012.pdf (Zugriff: 19.08.2013).

und Geologie entwickelt (Ferber et al. 2006). Im System wurde ein Bewertungstool integriert, mit dem eine halb automatisierte Erstbewertung der Flächen ermöglicht wird (Mobilisierungsaufwand, städtebauliches Potenzial und Strategie-Empfehlung).

Das **Land Nordrhein-Westfalen** war aufgrund des wirtschaftlichen Strukturwandels schon seit den 80er Jahren mit Brachflächen konfrontiert und mit der Einrichtung des Grundstücksfonds NRW Vorreiter bei der Mobilisierung von Brachflächen. Die Gründung der „Allianz für Fläche“ im Jahr 2006 hat dem Thema neuen Schwung verliehen. Mit der Gründung einer Bahnentwicklungsgesellschaft (BEG) und der Erprobung von Flächenfonds wird ein aktives Flächenmanagement vorangetrieben. Eine landesweit einheitliche Erfassung der Innenentwicklungspotenziale steht jedoch auch in NRW noch am Anfang. Vorreiter sind der Regionalverband Ruhr und das regionale Siedlungsflächenmonitoring in der Planungsregion Düsseldorf⁶.

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung von **Berlin** stellt in attraktiven Wohnlagen in Innenstadtbezirken Informationen zum Bauland zur Verfügung⁷. Vorrangiges Ziel des Baulückenmanagements ist die Dichteerhöhung im Innenstadtbereich. Bei dem angebotenen Bauland handelt es sich neben un- oder untergenutzten Baulücken auch um un- oder untergenutzte Flächenpotenziale, die auf Grundlage eines Gesamtkonzeptes bebaubar sind.

4 Schlussfolgerungen/Fazit

Flächenmanagement ist ein Schlüsselinstrument zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme: In der Gesamtschau wurden in den vergangenen Jahren beachtliche Fortschritte durch die gemeinsamen Anstrengungen von Bund, Ländern und Kommunen bei der Entwicklung praxistauglicher Instrumente und der Durchführung von Pilotvorhaben gemacht. In den durch hohen Siedlungsdruck gekennzeichneten Räumen, wie Bayern oder Baden-Württemberg, gewinnen nach dem absehbaren Auslaufen des „Konversionsjahrzehnts“ die Mobilisierung von Baulücken und die Nachverdichtungspotenziale an Bedeutung. In den Neuen Bundesländern und Nordrhein-Westfalen steht der Umgang mit industriellen und gewerblichen Brachflächen noch im Mittelpunkt. In Niedersachsen wird das „neue“ Thema des demographischen Wandels, insbesondere der ländlich geprägten Räume, unter flächenpolitischen Aspekten angegangen. Im vergleichsweise dynamischen Markt Berlin ist das rein vermarktungsorientierte „Baulückenmanagement“ per Internet Nutzern und Investoren verfügbar.

Kataster und Flächeninformationssysteme stellen durchgehend eine wichtige Informationsbasis dar. Als informatorische Instrumente in Form von Bauland-, Brachflä-

⁶ Weitere Informationen: www.metropoleruhr.de/regionalverband-ruhr/regionalplanung/flaechen-monitoring-ruhrfis.html (Zugriff: 19.08.2013).

⁷ Weitere Informationen: www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/baulueckenmanagement (Zugriff: 19.08.2013).

chen-, Baulücken- oder Leerstandskatastern erhöhen sie die Markttransparenz auf den Bodenmärkten für Flächenanbieter, Nachfrager und Investoren. Erst die Erfassung von Innenentwicklungspotenzialen ermöglicht in der Regional- und Bauleitplanung die systematische Abschätzung von Potenzialen zur Allokation des Flächenbedarfs auf Innen- und Außenentwicklungsflächen. Im Rahmen von Stadtumbaukonzepten sowie Quartiers- und Standortplanungen ermöglicht die Erfassung von Innenentwicklungspotenzialen die Auswahl für vertiefende Quartiers- und Standortplanungen (informelle Planungsinstrumente) in Form von städtebaulichen Konzepten und Testentwürfen, indem Flächenangebote identifiziert und priorisiert werden.

Dennoch ist festzustellen, dass ein aktives Flächenmanagement als „Regelinstrument“ bisher allenfalls in Baden-Württemberg infolge des konsequenten Vollzugs des Prinzips „Innen vor Außen“ durch die Regionalplanung verankert ist. In der geschilderten Gesamtschau zeigt sich, dass viele Initiativen noch nicht den Sprung in einen regulären Verwaltungsvollzug geschafft haben. Freiwillige auf die kommunalen Aktivitäten beschränkten Initiativen sind, wie das Beispiel des Gewerbeflächenpools Neckar-Alp exemplarisch zeigt, weitgehend nicht über die Pilotphasen hinaus gekommen. Der zukünftige Erfolg des Flächenmanagements hängt somit von einer verbindlicheren gesetzlichen Verankerung durch Bund und Länder ab.

5 Literatur

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2008): III. Überregionaler REFINA-Workshop der Vier-Länder-Arbeitsgruppe „Flächenmanagement und Flächenrecycling in Umbruchregionen“.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.) (2007): Kreislaufwirtschaft in der städtischen/stadtregionalen Flächennutzung. Schriftenreihe „Werkstatt: Praxis“ Heft 51/2007, Bonn.
- Bock, S.; Hinzen, A.; Libbe, J. (Hrsg.) (2011): Nachhaltiges Flächenmanagement – Ein Handbuch für die Praxis. Ergebnisse aus der REFINA-Forschung. Deutsches Institut für Urbanistik (Difu).
- Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2002-I): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin.
- Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2002-II): Bodenschutzbericht der Bundesregierung für die 14. Legislaturperiode. Berlin.
- Entwicklungsagentur Rheinland-Pfalz e. V. (2013): Tätigkeitsbericht 2012.
- Ferber, U.; Rogge, P.; Guber, C. (2006): Reduzierung des Flächenverbrauchs. Studie: Kommunales Flächenmanagement in sächsischen Verdichtungsregionen.
- Freistaat Sachsen (2012): Entwurf zu Landesentwicklungsplan 2012.

- LABO – Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2010): Bericht der Umweltministerkonferenz zur Vorlage an die Konferenz der Chefin und der Chefs der Staats- und Senatskanzleien mit dem Chef des Bundeskanzleramtes.
- Regionale Entwicklungskooperation Weserberglandplus (2012): Handbuch aktive Innenentwicklung. Ergebnisse des Modellprojekts Umbau statt Zuwachs.
- Weith, T. (Hrsg.) (2009): Flächenmanagement im Wandel. Sonderheft 16/2009 der Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung. Analytica Verlag.

Handelbare Flächenzertifikate – ein praxistaugliches Instrument?

Stefan Siedentop, Kilian Bizer, Jana Bovet, Ralph Henger

Zusammenfassung

Mit der Ankündigung eines Modellversuchs zur Erprobung handelbarer Flächenzertifikate im Koalitionsvertrag der Regierungsparteien 2009 ist neuer Schwung in die Diskussion über geeignete Wege hin zu einer wirksameren Eindämmung der Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke gekommen. Mit dem Modellversuch, welcher im Januar 2013 gestartet wurde, soll geklärt werden, wie handelbare Zertifikate in das Regulierungssystem der Flächennutzung integriert werden könnten und welche positiven und negativen Wirkungen das Instrument entfaltet. Vorbereitet wurde der Versuch mit einem breit angelegten Forschungsvorhaben, welches noch offene Regelungsfragen thematisiert. In diesem Beitrag wird ein Überblick über die Ergebnisse dieses Projektes und den begonnenen Modellversuch gegeben. Dies schließt eine Erörterung von zwei besonders konfliktreichen Sachfragen ein, die Zuteilung der Zertifikate an die Gemeinden und die exakte Definition zertifikatspflichtiger städtebaulicher Maßnahmen.

1 Einführung

Mit einer durchschnittlichen Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke in Höhe von 87 Hektar pro Tag in den Jahren 2007 bis 2010 ist Deutschland noch weit von der Erreichung des 30-Hektar-Ziels im Jahr 2020 entfernt und auch für die kommenden Jahren kann nicht von einem stärkeren Rückgang ausgegangen werden (Distelkamp et al. 2008; Distelkamp et al. 2011). Aufgrund der in vielen Regionen negativen Bevölkerungsentwicklung kommt es zu dynamischen Entdichtungsprozessen, welche die ökonomische Effizienz der Siedlungs- und Infrastruktursysteme mittel- bis langfristig gefährden (siehe z. B. Siedentop 2009 mit weiteren Nachweisen). Immer deutlicher werden gravierende Fehlsteuerungen, die in einer vollständigen Entkopplung von Flächenausweisungen und Nachfrageentwicklung ihren Ausdruck finden. So konnte für die Jahre 2005 bis 2008 festgestellt werden, dass auf die Land- und Stadtkreise mit den stärksten Bevölkerungsverlusten die prozentual höchste Inanspruchnahme neuer Siedlungs- und Verkehrsflächen entfällt. In Gebietskörperschaften mit demographischem Wachstum ist dies genau umgekehrt (Deutscher Bundestag 2012, 148).

Eine zentrale Ursache für derartige Fehlentwicklungen der Flächennutzung liegt zweifelsohne in der unzureichenden Regulierung durch die Raumplanung (siehe z. B. Siedentop

2012; Einig et al. 2011). Die gültigen flächen- und bodenschützenden Normen des Planungsrechts gelten unter den gegenwärtigen bodenrechtlichen und bodenökonomischen Bedingungen als nicht ausreichend, zu einer stärkeren Eindämmung des Flächenverbrauchs beizutragen. Zu übermächtig erwiesen sich die ökonomischen Anreize für eine bauliche Bodennutzung, zu schwach formieren sich die Gegenkräfte der räumlichen Planung auf überörtlicher und örtlicher Ebene (Einig, Siedentop 2005; Köck et al. 2007). So „belohnt“ das kommunale Steuerrecht nach mehrheitlicher Einschätzung von Experten und kommunalpolitischen Akteuren das Wachsen einer Gemeinde mit höheren Einnahmen und Zuweisungen (Schiller, Gutsche 2009; siehe auch die Beiträge in Preuß, Floeting 2009). Ein Wachstumsverzicht wird meistens mit der (vermeintlichen) Folge eines rückläufigen Einnahmen- und Steueraufkommens gleichgesetzt. Potenziell restriktive Steuerungsbemühungen der Regionalplanung stoßen daher meistens auf starken Widerstand der Kommunalpolitik. Darüber hinaus hat die in den vergangenen Jahren in vielen Bundesländern verfolgte Kommunalisierung der Regionalplanung zu einer tendenziell eher bindungsschwachen regionalen Planung geführt.

Vor diesem Hintergrund kann die wissenschaftliche und politische Debatte um die Einführung ergänzender Instrumente für eine Reduktion der Flächeninanspruchnahme weiterhin hohe Bedeutung beanspruchen. Die Spannweite der Vorschläge reicht hier von „Soft Policies“, die auf freiwillige Lernprozesse relevanter Akteure und informativische Abwägungshilfen setzen (siehe z. B. Bock et al. 2011), bis hin zu einer Verschärfung des regulativen Instrumentariums der Raumordnung oder der Einführung ökonomischer Steuerungsinstrumente (siehe z. B. Bizer et al. 2011; NBBW 2010; Walz et al. 2009; Köck et al. 2008; Einig 2005; Krumm 2004; Hansjürgens 2000).

Bei letzteren kommen neben steuerrechtlichen Ansätzen – verwiesen sei hier vor allem auf die Reform der Grundsteuer – und Abgaben vor allem Zertifikaten hervorgehobene Bedeutung zu. Als wesentlicher Vorteil handelbarer Flächenzertifikate gilt die treffsichere Erreichung eines gegebenen Flächensparziels bei minimalen volkswirtschaftlichen Kosten. Bislang blieb es in Deutschland aber bei wissenschaftlichen Erörterungen und Vorschlägen sachverständiger Politikberatungsgremien (siehe beispielhaft NBBW 2010 und SRU 2002). Weder gibt es einen politischen Konsens über den möglichen Beitrag eines solchen Instruments zur Erreichung von Flächensparzielen und korrespondierenden ökologischen, ökonomischen und sozialen Anliegen, noch lag ein praxistaugliches Konzept vor, wie handelbare Zertifikate in die komplexen Regulierungsstrukturen der baulichen Flächennutzung integriert werden könnten.

Allerdings hat die Diskussion um dieses Instrument in jüngster Vergangenheit an Aufmerksamkeit gewonnen, da sich die Regierungsparteien in ihrer Koalitionsvereinbarung aus dem Jahr 2009 zur Durchführung eines Modellversuchs bekannt haben, „in dem Kommunen auf freiwilliger Basis ein überregionales Handelssystem für die Flächennutzung erproben“ sollen (CDU, CSU, FDP 2009, 32). Dieser überregionale

Modellversuch wird aktuell unter dem Projektnamen „Planspiel Flächenhandel“ im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt (Laufzeit: 10/2012-12/2015; siehe www.flächenhandel.de). Die fachliche Vorbereitung erfolgte im Projekt FORUM und umschloss die Klärung offener Fragen der instrumentellen Ausformung ebenso wie Festlegungen zu Umfang und Ablauf des Modellversuchs (Bizer et al. 2012).

Der vorliegende Beitrag fragt nach der Praxisfähigkeit des Instruments, indem einige besonders konfliktreiche Aspekte einer eingehenden Diskussion unterzogen werden. Nachfolgend wird im Abschnitt 2 zunächst ein kurzer Überblick über die grundsätzliche Wirkungsweise handelbarer Flächenzertifikate gegeben. Im Abschnitt 3 werden zwei ausgewählte Regelungsfragen näher betrachtet. Anschließend thematisiert Abschnitt 4 die Ziele und den Ablauf des Modellversuchs zur Erprobung der Praxisfähigkeit des Instruments. Der Aufsatz schließt mit einem kurzen Ausblick auf die zu erwartenden Erkenntnisse aus dem Modellversuch.

2 Handelbare Flächenzertifikate – ein Überblick

Wie oben erwähnt, können bei ökonomisch anreizenden Instrumenten zwei Ansätze unterschieden werden: zum einen Preislösungen, beispielsweise in Form einer Bauland- oder Versiegelungsabgabe, zum anderen Mengenlösungen, wie sie unter anderem Flächenausweisungszertifikate darstellen. Im Falle von Preislösungen wird ein Preis für die bauliche Inanspruchnahme von Flächen oder die Bodenversiegelung durch den Staat gesetzt. Eine erfolgreiche Begrenzung des Siedlungsflächenwachstums kann erwartet werden, wenn die Preise für die bauliche Inanspruchnahme des Bodens bzw. dessen Versiegelung die Kosten der Unterlassung des Vorhabens übersteigen. Zertifikatbasierte Mengenlösungen definieren demgegenüber die maximal tolerierbare Baulandausweisung als Mengenziel. Der mit diesem Ziel für einen bestimmten Zeitraum bestimmte Gesamtumfang von Bodenversiegelung oder Baulandausweisung wird an die kommunalen Planungsträger in Form von Zertifikaten verteilt. Eine Ausweisung von Bauland ist nur dann möglich, wenn die Gemeinde ein Zertifikat einlöst. Gemeinden, die eine größere Menge an Zertifikaten benötigen als ihnen zugeteilt wurde, können diese von Gemeinden erwerben, die ihre Zertifikate nicht oder nicht in vollem Umfang nutzen wollen. Somit bildet sich ein Knappheitspreis, der die relative Marktverfügbarkeit von Zertifikaten anzeigt.

Die Vorteile eines solchen Instrumentariums liegen auf der Hand: Zum einen wird ein Flächensparziel treffsicher erreicht, da die Gesamtmenge der Zertifikate „gedeckelt“ ist. Im Vergleich zu mengenrestriktiven Raumordnungsvorgaben wird den Gemeinden ein höheres Maß an Handlungsfreiheit belassen, da benötigte Zertifikate in beliebigem Umfang erworben werden können (ausführlich hierzu Bizer et al. 2012). Das Flächensparziel wird auf diese Weise zu den geringsten volkswirtschaftlichen Kosten

erreicht. Denn es kann davon ausgegangen werden, dass nur diejenigen Gemeinden Flächen ausweisen, die mit hohen Anpassungskosten bei der Rückführung ihrer Außenentwicklung konfrontiert sind. Dies könnten beispielsweise Gebietskörperschaften sein, die aufgrund ihrer Verkehrsgunst als Standorte für Logistiknutzungen attraktiv sind.

Es ist jedoch einzuräumen, dass das Instrument handelbarer Flächenzertifikate in Teilen der Fachöffentlichkeit und Politik auf erhebliche Ablehnung gestoßen ist. Die erforderliche Festlegung eines Schlüssels für die räumliche Allokation von Zertifikaten konfrontiere Bund, Länder und Kommunen mit massiven, politisch schwer zu lösenden Verteilungskonflikten (Einig 2006). Aus Sicht der Raumordnung wird – trotz der grundsätzlichen Unberührtheit der landes- und regionalplanerischen Ziele – eine Aufweichung des Prinzips der punktaxialen Konzentration befürchtet, wenn auch Gemeinden ohne zentralörtliche Funktionen Zertifikate erwerben könnten (siehe ausführlich Siedentop 2008). Insbesondere im kommunalpolitischen Raum wurden immer wieder Befürchtungen laut, das Instrument könnte die kommunale Planungshoheit über Gebühr einschränken (siehe ausführlich Bovet et al. 2011, 214 ff.). Auch wird die Praktikabilität des Instruments bezweifelt: Zu befürchten sei eine weitere Bürokratisierung des kommunalen und regionalen Planungshandelns, was gängigen Zielen der „Verschlankung“ des räumlichen Planungssystems entgegenstünde. Schließlich weisen Experten auch auf die Probleme der Flächenstatistik hin, die in ihrer derzeitigen Form als ungeeignet angesehen wird, eine sachlich korrekte Überprüfung des Flächenausweisungsverhaltens einzelner Gemeinden unter einem Regime handelbarer Zertifikate zu gewährleisten (siehe hierzu auch NBBW 2010).

Die hier nur knapp wiedergegebene Kritik beruht allerdings häufig auf Mutmaßungen und Spekulationen. Da bislang kein Land und keine Region das Instrument einsetzt, fehlt eine empirische Basis, mit der positive wie negative Effekte von Zertifikaten genauer bewertet werden können. Allerdings wurden in der Vergangenheit zwei Forschungsprojekte durchgeführt, in denen der Einsatz des Instruments unter praxisnahen Bedingungen simuliert wurde: das Projekt Spiel.Raum im BMBF-Förderschwerpunkt „Wirtschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit WiN“ (Ostertag et al. 2010) und eine Simulation unter Leitung der Universität Göttingen im Rahmen des ebenfalls vom BMBF geförderten REFINA-Projektes „Designoptionen und Implementation von Raumordnungsinstrumenten zur Flächenverbrauchsreduktion – DoRiF“ (Bizer et al. 2011). Beide Untersuchungen lieferten erste Hinweise auf die Wirkungsweise und Funktionsfähigkeit eines Handelssystems und zeigten, dass das Instrument grundsätzlich als effizient, effektiv und praktikabel angesehen werden kann. Nachfolgend werden einige besonders schwierige Regulationsfragen des Instruments näher erörtert.

3 Diskussion ausgewählter Regulationsfragen

3.1 Zuteilung von Zertifikaten

Ein hochgradig konfliktreicher Regelungstatbestand kann in der Allokation der Zertifikate an die Kommunen vermutet werden. Die kommunalpolitische Akzeptanz des Instruments wird ganz wesentlich davon abhängen, ob die Zuteilungsmechanismen von Zertifikaten als gerecht empfunden werden. Im FORUM wurde vorgeschlagen, die Zertifikate kostenfrei an die Kommunen auszugeben. Entwickelt wurde ein nach Größenklassen differenzierter Bevölkerungsschlüssel, der die Zertifikate allein auf Basis des Bevölkerungsstandes (Einwohnerzahl zu einem bestimmten Stichtag) in einer Kommune verteilt (siehe Bizer et al. 2012, 51 f.).

Durch die Bildung von Größenklassen wird berücksichtigt, dass größere Kommunen einen geringeren Pro-Kopf-Flächenbedarf haben als kleinere, da die Siedlungsdichte in letzteren geringer ist. Die konkrete Zuteilungsformel wurde in einem iterativen Top-Down-Verfahren entwickelt, mit dem das 30-Hektar-Ziel für ein Jahr auf alle 11 413 Städte und Gemeinden Deutschlands (Stand 30.06.2011) nach deren Bevölkerung (Stand: 31.12.2010) aufgeteilt wird. In Gemeinden mit einer Einwohnerzahl bis 50 000 Einwohner werden bis 2020 jährlich 0,1739 Hektar je 1 000 Einwohner zugeteilt (für 50 000 Einwohner entspricht dies einem jährlichen Zertifikatskontingent von 8,7 ha). Gemeinden mit 50 000 bis 100 000 Einwohnern erhalten 8,7 Hektar pro Jahr als „Grundausrüstung“ für 50 000 Einwohner und für je weitere 1 000 Einwohner 0,0936 Hektar pro Jahr. Städte mit mehr als 100 000 Einwohnern erhalten nach dem gleichen Prinzip 13,4 Hektar pro Jahr und weitere 0,0115 Hektar pro Jahr für jeweils 1 000 zusätzliche Einwohner (zu den Details siehe Bizer et al. 2012, 51 f.).

Die Wahl eines bevölkerungsproportionalen Schlüssels begründet sich mit der relativ höchsten anzunehmenden Akzeptanz in der Kommunalpolitik. Der Bevölkerungsstand einer Gebietskörperschaft ist leicht ermittelbar und stellt eine wichtige Einflussgröße bei der Entwicklung des zukünftigen Flächenbedarfs dar. Eine Zuteilung auf dieser Grundlage wird von den Gemeinden eher als gerecht und fair eingestuft als Verteilungsregeln, die auf den Bestand an Siedlungs- und Verkehrsfläche oder die Wirtschaftskraft einer Gebietskörperschaft abstellen. Hinzu kommen strukturpolitische Überlegungen, denn eine bevölkerungsbezogen-degressive Zuteilung vermeidet eine übermäßige Bevorzugung von verdichteten Regionen.

Mit dem Modellversuch wird sich erweisen, wie die Kommunen den vorgeschlagenen Verteilungsschlüssel bewerten. Nicht auszuschließen sind auch Modifikationen, die kommunalpolitischen Vorschlägen folgen.

3.2 Definition zertifikatspflichtiger städtebaulicher Maßnahmen

Eine zentrale Bedingung für eine erfolgreiche Einführung handelbarer Zertifikate ist eine eindeutige Definition der Zertifikatspflicht für bestimmte städtebauliche Maßnahmen. Im Projekt FORUM (Bizer et al. 2012) wurde vorgeschlagen, dass nur diejenigen Maßnahmen zertifikatspflichtig sein sollen, die sich auf den Außenbereich beziehen. Auf diese Weise käme es zu einer deutlichen Anreizwirkung für Vorhaben der Innenentwicklung, da diese vollständig von der Zertifikatspflicht befreit würden. Dies wäre auch dann der Fall, wenn kleinere Innenentwicklungsflächen, die im Liegenschaftskataster als Flächen für die Landwirtschaft oder sonstige nicht baulich geprägte Nutzungen verzeichnet sind, baulich in Anspruch genommen werden.

Zur Umsetzung einer solchen Regelung müssten die Kommunen einen sog. Innenentwicklungsbereich in Form einer „informellen Klarstellung“ definieren, da bis heute in den meisten Kommunen nicht trennscharf zwischen dem Innen- und Außenbereich unterschieden werden kann. Somit unterliegen Bebauungspläne, mit denen ehemals land- und forstwirtschaftliche Flächen im Außenbereich überplant werden, der Zertifikatspflicht, bauliche Vorhaben auf Flächen im Innenbereich grundsätzlich nicht. Die Praktikabilität der vorgeschlagenen Vorgehensweise muss im Rahmen des Modellversuchs kritisch überprüft werden (siehe hierzu auch den nachfolgenden Abschnitt).

Im FORUM wurde weiterhin vorgeschlagen, Maßnahmen für naturschutzrechtlichen Ausgleich von der Zertifikatspflicht zu befreien. Eine Gemeinde, die Eingriffe in Natur und Landschaft beispielsweise innerhalb des Plangebiets eines Bebauungsplanes ausgleicht (dies könnte etwa in Form einer extensiv bewirtschafteten Grünfläche oder einer Anpflanzung erfolgen), muss für die Ausgleichsflächen keine Zertifikate nachweisen. Auf diese Weise soll verhindert werden, dass sinnvolle Maßnahmen zur Verminderung der Eingriffsfolgen zusätzliche Zertifikatspflichten auslösen.

4 Durchführung eines Modellversuchs

Die modellhafte Erprobung des Instruments handelbarer Zertifikate, wie ihn die Bundesregierung in ihrer Koalitionsvereinbarung 2009 vorgesehen hat, wirft eine Reihe von Problemen auf. So ist derzeit kein Bundesland bereit, das Instrument im Sinne eines „Realexperiments“ zu erproben, indem die lokalen Gebietskörperschaften mit einer eigens dafür zu schaffenden gesetzlichen Grundlage zur befristeten Teilnahme verpflichtet werden. Ein Modellversuch, der auf rein freiwilliger Mitwirkung von Städten und Gemeinden setzt, wäre demgegenüber wahrscheinlich mit sog. Präselektionseffekten konfrontiert. Das bedeutet, dass verstärkt diejenigen Kommunen teilnehmen möchten, die sich vom Zertifikatshandel einen Vorteil versprechen. Ein solcher Vorteil wäre unter anderem gegeben, wenn die betreffenden Gemeinden Flächenausweisungsrechte

veräußern könnten. Potenzielle „Käufergemeinden“, die durch das Instrument mit finanziellen Lasten konfrontiert werden, würden dagegen vermutlich nicht freiwillig partizipieren.

Vor diesem Hintergrund operiert der im Herbst 2012 begonnene, vom Umweltbundesamt finanzierte, Modellversuch mit einem „kontrollierten Feldexperiment“ mit mindestens 50 Modellkommunen, um Erkenntnisse über die Rahmenbedingungen, die Erfolgs- und Risikofaktoren einer Implementation des Instruments zu erhalten. Dabei wird auf reale Allokationen und Transaktionen von Zertifikaten verzichtet; das Instrument wird lediglich computergestützt simuliert. So müssen die Entscheidungsgrundlagen bei städtebaulichen Projekten transparent gemacht werden, indem Art und Umfang der Bebauung, der Umnutzung von Bodenflächen, die Art der Erschließung wie auch die Kosten diesbezüglicher Maßnahmen sowie die erwarteten fiskalischen Erträge modelliert werden. Dies erlaubt es, die flächenpolitischen Entscheidungen der kommunalen Akteure anhand verschiedener Kriterien wie Effizienz und Kosteneinsparung zu überprüfen. Vorgesehen ist eine Teilnehmerzahl von 50 bis 100 Kommunen.

5 Fazit

Ob das Instrument handelbarer Zertifikate praxisreif ist, kann hier nicht abschließend beantwortet werden. Mit dem Forschungsvorhaben FORUM wurden zahlreiche Regelungsvorschläge unterbreitet, die nun im Rahmen des bundesweiten Modellversuchs einem Praxistest zu unterziehen sind. In einigen Jahren werden die Ergebnisse dieses Versuchs der Politik vorliegen. Aber auch dann muss mit anhaltenden Akzeptanzdefiziten insbesondere in der Kommunalpolitik gerechnet werden. Die kritische Haltung von weiten Teilen der Kommunalpolitik begründet sich insbesondere mit einer vermeintlichen Einschränkung der kommunalen Planungshoheit. In Zeiten steigender Bodenpreise und Mieten in den Agglomerationsräumen dürfte in Politik und Öffentlichkeit auch den Wirkungen des Instruments auf die Wohnkosten Bedeutung zukommen. Auch zu dieser Frage können durch den Modellversuch Erkenntnisse erwartet werden, die eine politische Entscheidung über die mögliche Einführung des Instruments unterstützen.

6 Literatur

- Bizer, K. (1996): Handelbare Flächenausweisungsrechte zur Lenkung der gemeindlichen Ausweisung von Siedlungs- und Verkehrsflächen. In: Köhn, J.; Welfens, M. J. (Hrsg.): Neue Ansätze in der Umweltökonomik. Marburg: Metropolis, 367-383.
- Bizer, K.; Ewringmann, D.; Bergmann, E.; Dosch, F.; Einig, K.; Hutter, G. (1998): Mögliche Maßnahmen, Instrumente und Wirkungen einer Steuerung der Verkehrs- und Siedlungsflächennutzung. Berlin et al.: Springer.

- Bizer, K.; Einig, K.; Köck, W.; Siedentop, S. (Hrsg.) (2011): Raumordnungsinstrumente zur Flächenverbrauchsreduktion. Handelbare Flächenausweisungsrechte in der räumlichen Planung. Baden-Baden: Nomos.
- Bizer, K.; Bovet, J.; Henger, R.; Jansen, N.; Klug, S.; Ostertag, K.; Schleich, J.; Siedentop, S. (2012): Projekt FORUM: Handel mit Flächenzertifikaten Fachliche Vorbereitung eines überregionalen Modellversuchs. UBA-Texte 60/2012. Dessau.
- Bock, S.; Hinzen, A.; Libbe, J. (Hrsg.) (2011): Nachhaltiges Flächenmanagement – Ein Handbuch für die Praxis. Ergebnisse aus der REFINA-Forschung. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu).
- Bovet, J.; Köck, W.; Henger, R.; Schröter-Schlaack, C. (2011): Planungsrechtliche Mengensteuerung und Optionen einer ökonomischen Flexibilisierung zur Erreichung des 30-Hektar-Ziels. In: Bizer, K.; Köck, W.; Siedentop, S.; Einig, K. (Hrsg.): Raumordnungsinstrumente zur Flächenverbrauchsreduktion – Handelbare Flächenausweisungsrechte in der räumlichen Planung. Baden-Baden, 185-236.
- CDU; CSU; FDP (2009): Wachstum. Bildung. Zusammenhalt. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP. 17. Legislaturperiode.
- Deutscher Bundestag (2012): Raumordnungsbericht 2011, BT-Drucksache 17/8360. Berlin.
- Distelkamp, M.; Lutz, C.; Ulrich, P.; Wolter, M. I. (2008): Entwicklung der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr bis 2020 – Ergebnisse des regionalisierten Modells PANTA RHEI REGIO. gws Discussion Paper 2008/7, Osnabrück: Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH.
- Distelkamp, M.; Ulrich, P.; Siedentop, S.; Mohr, K. (2011): 30-ha-Ziel realisiert. Konsequenzen des Szenarios Flächenverbrauchsreduktion auf 30 ha im Jahr 2020 für die Siedlungsentwicklung. Forschungen Heft 148. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.
- Einig, K. (2005): Integration des Marktmechanismus in der Regionalplanung. Informationen zur Raumentwicklung (4/5), 281-295.
- Einig, K. (2006): Von der Kunst des Kuchenteilens. Die Umsetzung des Flächenreduktionsziels in Deutschland. In: GAIA, 15(3)/2006, 185-186.
- Einig, K.; Jonas, A.; Zaspel, B. (2011): Evaluierung von Regionalplänen. In: Bizer, K.; Einig, K.; Köck, W.; Siedentop, S. (Hrsg.) (2011): Raumordnungsinstrumente zur Flächenverbrauchsreduktion. Handelbare Flächenausweisungsrechte in der räumlichen Planung. Baden-Baden: Nomos, 65-125.
- Einig, K.; Siedentop, S. (2005): Strategien zur Senkung des Flächenverbrauchs. In: Czybulka, D. (Hrsg.): Wege zu einem wirksamen Naturschutz: Erhaltung der Biodiversität als Querschnittsaufgabe. Sechster Warnemünder Naturschutzrechtstag. Baden-Baden: Nomos, 159-181.
- Hansjürgens, B. (2000): Ronald Coase – Wegbereiter der institutionenorientierten Umweltökonomik. In: Pies, I.; Leschke, M. (Hrsg.): Ronald Coase' Transaktionskosten-Ansatz. Tübingen: Mohr-Siebeck, 96-103.

- Hansjürgens, B.; Schröter, C. (2004): Zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme durch handelbare Flächenausweisungsrechte. *Raumforschung und Raumordnung* 4(5)/2004, 260-269.
- Henger, R.; Bizer, K. (2010): Tradable planning permits for land-use control in Germany. *Land Use Policy*, 27(3)/2010, 843-852.
- Köck, W.; Bizer, K.; Einig, K.; Hansjürgens, B.; Siedentop, S. (2008): Handelbare Flächenausweisungsrechte, Anforderungsprofil aus ökonomischer, planerischer und juristischer Sicht. Baden-Baden: Nomos Verlag.
- Köck, W.; Bovet, J. (2008): Anforderungen aus rechtlicher Sicht. In: Köck, W.; Bizer, K.; Siedentop, S.; Einig, K. (Hrsg.): Handelbare Flächenausweisungsrechte, Anforderungsprofil aus ökonomischer, planerischer und juristischer Sicht. Baden-Baden: Nomos Verlag, 96-109.
- Köck, W.; Bovet, J.; Gawron, T.; Hofmann, E.; Möckel, S. (2007): Effektivierung des raumbezogenen Planungsrechts zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme. Forschungsvorhaben FKZ 203 16 123/01 im Auftrag des Umweltbundesamtes. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Krumm, R. (2004). Nachhaltigkeitskonforme Flächennutzungspolitik. Ökonomische Steuerungsinstrumente und deren gesellschaftliche Akzeptanz. Tübingen: Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung e. V.
- NBBW – Nachhaltigkeitsbeirat Baden-Württemberg (2010): Nachhaltiges Flächenmanagement in Baden-Württemberg: vom Wachstums- zum Bestandsmanagement – Sondergutachten. Stuttgart.
- Ostertag, K.; Schleich, J.; Ehrhart, K.-M.; Goebes, L.; Müller, J.; Seifert, S.; Küpfer, C. (2010): Neue Instrumente für weniger Flächenverbrauch. Der Handel mit Flächenausweisungszertifikaten im Experiment. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Preuß, T.; Floeting, H. (Hrsg.) (2009): Folgekosten der Siedlungsentwicklung. Bewertungsansätze, Modelle und Werkzeuge der Kosten-Nutzen-Betrachtung. Berlin.
- Risch, B. M. (2005): Neue Instrumente zur Begrenzung des Bodenverbrauchs. Eine Untersuchung am Maßstab des Bundesrechts und des Rechts des Freistaates Sachsen. Berlin.
- Schiller, G.; Gutsche, J.-M. (2009): Von der Außen- zur Innenentwicklung in Städten und Gemeinden. Das Kostenparadoxon der Baulandentwicklung. UBA-Texte, 31/2009. Dessau: Umweltbundesamt.
- Siedentop, S. (2008): Anforderungen aus raumplanerischer Sicht. In: Köck, W.; Bizer, K.; Einig, K.; Hansjürgens, B.; Siedentop, S. (Hrsg.): Handelbare Flächenausweisungsrechte, Anforderungsprofil aus ökonomischer, planerischer und juristischer Sicht. Baden-Baden: Nomos Verlag, 110-157.
- Siedentop, S. (2009): Entdichtung der Siedlungsstruktur als siedlungs- und infrastrukturpolitisches Schlüsselproblem – Infrastruktur in der Remanenzkostenfalle? In: Tietz, H.-P. (Hrsg.): Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung – Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme. Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover, 162-175.

- Siedentop, S. (2012): Wirksamkeit raumordnerischer Instrumente zur Erhaltung einer ressourcenschonenden Siedlungsstruktur – Versuch einer Bilanz. In: Steger, C. O.; Bunzel, A. (Hrsg.): Raumordnungsplanung quo vadis? Zwischen notwendiger Flankierung der kommunalen Bauleitplanung und unzulässigem Durchgriff. Wiesbaden: Kommunal- und Schulverlag, 63-83.
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2002): Für die Stärkung und Neuorientierung des Naturschutzes. Sondergutachten. Bonn.
- Statistisches Bundesamt (2013): Siedlungs- und Verkehrsfläche wächst um 81 Hektar. Pressemitteilung vom 17. Januar 2013 – 23/13. Wiesbaden.
- Walz, R.; Toussaint, D.; Küpfer, C.; Sanden, J. (2009): Gestaltung eines Modells handelbarer Flächenausweisungsrechte unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer, rechtlicher und sozialer Aspekte. Berlin: Fraunhofer Institut für Innovations- und Systemforschung.

Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche und Ansätze zur Ermittlung der temporären Flächenbelegung durch Transporte

Gertrude Penn-Bressel

Zusammenfassung

Die zeitliche Entwicklung der Flächeninanspruchnahme für Siedlungen und Verkehr im Bund insgesamt und in den Ländern wird vorgestellt und kommentiert. Während in den Jahren von 2000 bis 2011 im bundesweiten Trend ein verlangsamtes Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsflächen (SV-Flächen) zu verzeichnen war, zeigen sich ab dem Jahr 2011 erste Anzeichen für eine Beschleunigung des Wohnungsbaus und der damit verbundenen Flächenneuanspruchnahme.

Das Umweltbundesamt (UBA) hat die Flächenneuanspruchnahme durch den Fernstraßenbau während der letzten 15 Jahre, soweit auf Basis verfügbarer Daten möglich, ermittelt. Dies kann als Maßstab für die Beurteilung des voraussichtlichen Flächenverbrauchs durch den Bundesverkehrswegeplan 2015 dienen, der sich derzeit in der Aufstellung befindet.

Im Rahmen von Ökobilanzen und (vereinfachten) Umweltrisikabschätzungen befasst sich das UBA damit, die Methodik zur Ermittlung von „Flächenrucksäcken“ für Transportvorgänge mit Lkw, Eisenbahn und Binnenschiff nach neueren Erkenntnissen zu verbessern. Erste Ergebnisse für die temporäre Flächenbelegung durch Transporte werden präsentiert.

1 Einführung

Die Flächenneuanspruchnahme durch Siedlungen und Verkehr ist eine spezielle Form der Flächennutzungsänderung mit dauerhaften gravierenden Umweltauswirkungen, u. a. Bodenversiegelung, Verkehrserzeugung, zusätzlicher Kraftstoffverbrauch, Lärm- und Abgasemissionen, zusätzlicher Materialaufwand für neue Gebäude sowie erhöhter Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß um diese Gebäude dauerhaft zu betreiben, d. h. zu heizen, zu kühlen oder zu beleuchten.

Auch der Abbau von Braunkohle im Tagebau ist eine Flächennutzungsänderung, die sich über die Abbauphase hinaus auswirkt. Die Bodenstruktur wird irreversibel zerstört und es entsteht nach der Rekultivierung ein labiles, wenig tragfähiges Bodengefüge. Das schränkt die spätere Nutzbarkeit der Fläche vorübergehend oder gar dauerhaft ein, zumal ein Teil der Abbaufäche geflutet wird. Zudem können langfristige Belastungen des Grundwassers, u. a. mit Eisen und Sulfaten, auftreten.

Andere menschliche Aktivitäten führen lediglich zu einer temporären Flächenbelegung, z. B. der Anbau von Raps für die Erzeugung von Biodiesel oder der Anbau von Weizen für Brotgetreide, die jeweils eine bestimmte Menge Ackerfläche für eine Vegetationsperiode nutzen. Steht genügend Ackerfläche zur Verfügung, so haben diese Aktivitäten zwar auch Umweltauswirkungen, z. B. die Eutrophierung des Grundwassers durch Düngemittel, irreversible Veränderungen der Bodenqualität und langfristigen Nutzbarkeit der Fläche müssen damit aber nicht verbunden sein. Steigt allerdings die globale Nachfrage nach Anbaubiomasse, dann erhöht sich auch der Anreiz, Wiesen, Wälder, Savannen, Feuchtgebiete oder Urwälder in neues Ackerland umzuwandeln. Die temporäre Belegung von Ackerflächen zieht also indirekt Änderungen der Flächennutzung an anderer Stelle nach sich.

Entsprechendes gilt für die temporäre Belegung von Verkehrswegen durch Transporte, die zur Entwicklung von Engpässen oder Staus beiträgt. Dies erhöht wiederum den Druck, das Netz der Verkehrswege weiter auszubauen. Temporäre Flächenbelegungen durch Verkehr können also zu Flächenneuansprichnahmen für Verkehrswege führen. Wie es um die Flächenneuansprichnahme (umgangssprachlich Flächenverbrauch) durch Siedlungen und Verkehr derzeit bestellt ist, und wie temporäre Flächenbelegungen bestimmten Transportdienstleistungen zugerechnet werden können, wird im Folgenden skizziert.

2 Flächeninanspruchnahme für Siedlungen und Verkehr

Im Rahmen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie hat die Bundesregierung das Ziel formuliert, die Flächenneuansprichnahme durch Siedlungen und Verkehr bis zum Jahr 2020 auf 30 Hektar pro Tag zu reduzieren (BReg 2002, 100).

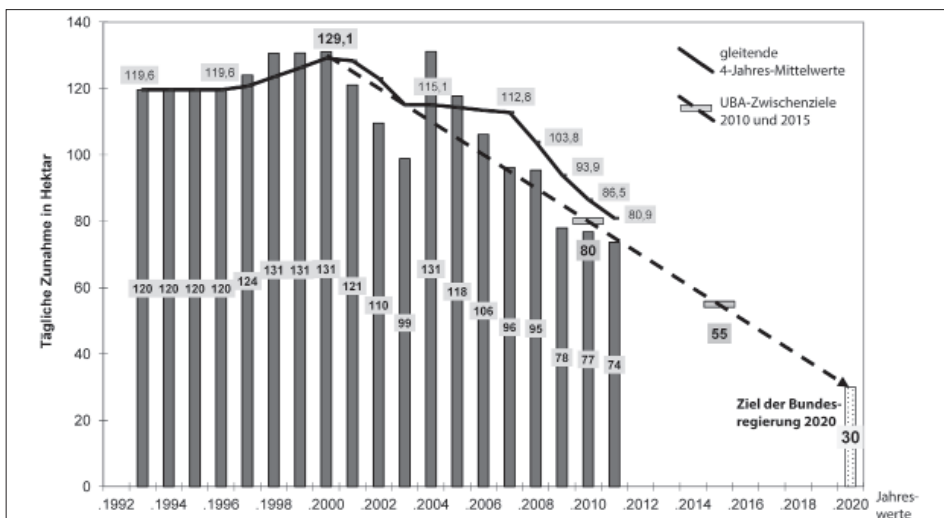


Abb. 1: Täglicher Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland, Ziel der Bundesregierung sowie Zwischenziele des Umweltbundesamtes (Datenquelle: Destatis, UBA)

Ausgangspunkt war ein Flächenverbrauch von 120 Hektar pro Tag im Jahr 1996, so dass das 30-Hektar-Ziel einer Reduktion auf ein Viertel entspricht. Statt zu sinken, beschleunigte sich jedoch der Flächenverbrauch bis zum Jahr 2000 auf 130 Hektar pro Tag, bevor ein Rückgang einsetzte. Um zu überprüfen, ob sich die Entwicklung auf dem richtigen Pfad zum 30-Hektar-Ziel bewegt, hat das Umweltbundesamt für die Jahre 2010 und 2015 Zwischenziele von 80 Hektar pro Tag und 55 Hektar pro Tag postuliert. Die Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (KBU 2009, 11) hat darüber hinaus Empfehlungen für die Verteilung des 30-Hektar-Ziels auf die Bundesländer gegeben und auch entsprechende Zwischenziele formuliert.

2.1 Flächenneuinanspruchnahme in den neuen Bundesländern

Die Flächenneuinanspruchnahme in Ostdeutschland ist tendenziell rückläufig, wobei sich vor allem das Wachstum der Gebäude- und Freiflächen sowohl für Wohnen als auch für Gewerbe und andere Zwecke verlangsamt. Rückläufig ist auch das Wachstumstempo der Verkehrsflächen.

Die Daten zur Entwicklung des Flächenverbrauchs in den neuen Bundesländern sind stark durch statistische Artefakte überlagert, so dass sie nur mit Zurückhaltung interpretiert werden können. Ursache der Artefakte ist die Umstellung der Grundstückskataster vom DDR-System COLIDO auf den westdeutschen Standard.

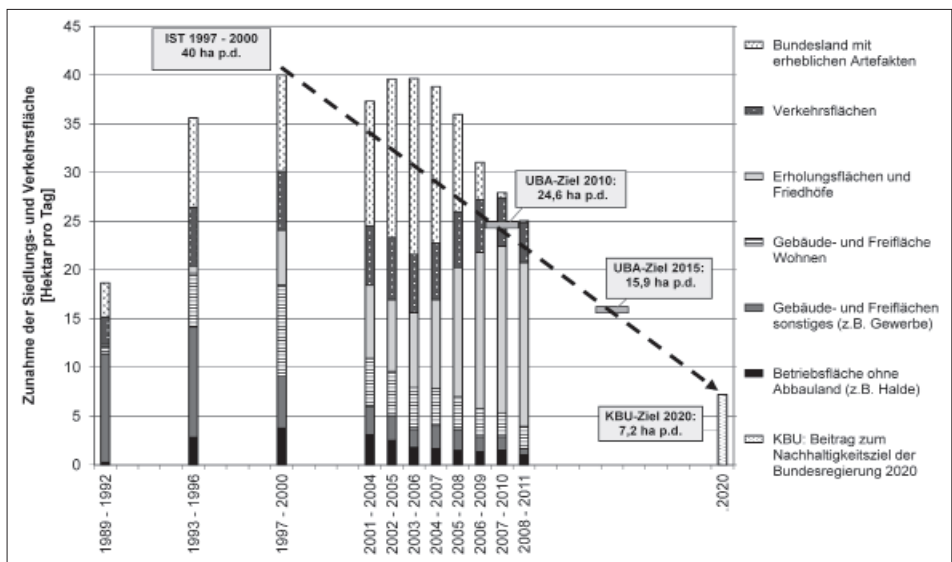


Abb. 2: Täglicher Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Ostdeutschland sowie Ziele der KBU (4-Jahres-Mittelwerte) (Datenquelle: Destatis; Wert 1989-1992: UBA-Schätzung)

Während Sachsen-Anhalt (in Abb. 2 für den gesamten Zeitraum nur summarisch dargestellt) die Umstellung innerhalb von drei Jahren abschließen konnte und dabei

von 2004 bis 2006 enorme Verwerfungen in der bundesweiten Statistik verursacht, ist die Umstellung in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen noch im Gange; in Thüringen hat sie möglicherweise noch nicht einmal begonnen. Kennzeichnend für die Umstellung ist vor allem das starke scheinbare Wachstum der Erholungsflächen, weil große Hausgärten (Grabeland) und Kleingartengelände, die zuvor unter „Landwirtschaftsfläche“ geführt wurden, nun der Siedlungs- und Verkehrsfläche zugeschlagen und unter Erholungsfläche gebucht werden. Darüber hinaus gibt es innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsflächen in geringerem Umfang auch Umbuchungen zwischen Gebäude- und Freiflächen, Betriebsflächen und Verkehrsflächen.

Berücksichtigt man, dass in den Daten der neuen Länder vor allem das Wachstum der Erholungsflächen stark überhöht erscheint, ist davon auszugehen, dass sie auf dem Weg zum 30-Hektar-Ziel bereits ein großes Stück vorangekommen sind. Angesichts des verhaltenen Wirtschaftswachstums und schrumpfender Bevölkerung ist eine sparsame Entwicklung der Siedlungsflächen durchaus sachgerecht.

2.2 Flächenneuanspruchnahme in den alten Bundesländern

Auch in den alten Bundesländern ist der Flächenverbrauch rückläufig, wobei auch hier vor allem das Wachstum der Gebäude- und Freiflächen zurückgegangen ist. Dies hat vor allem demographische und konjunkturelle Gründe. Seit dem Jahr 2011 ist allerdings im Wohnungsbau eine Belebung zu beobachten, die auch zu einem Wiederanstieg des Flächenverbrauchs führen könnte.

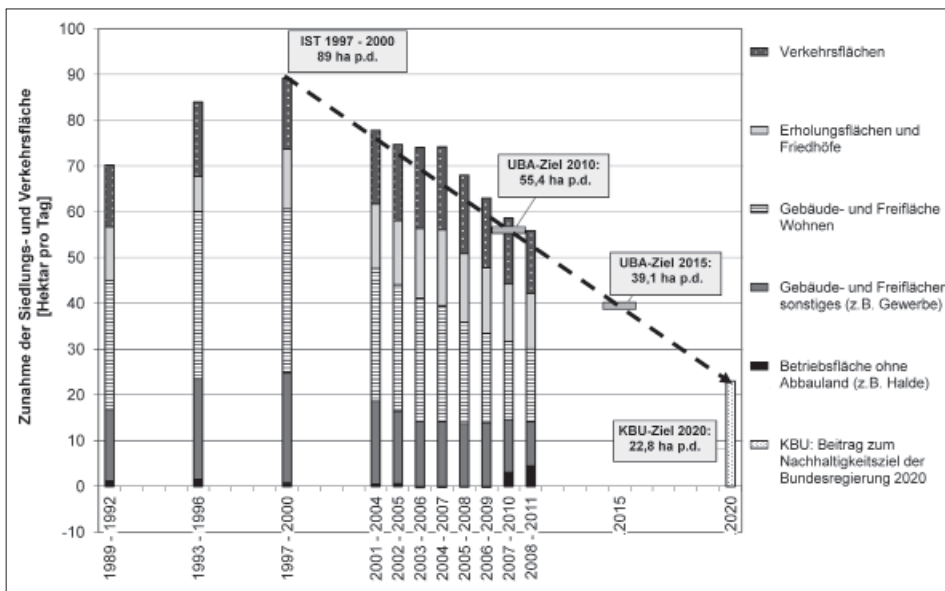


Abb. 3: Täglicher Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Westdeutschland sowie Ziele der KBU (4-Jahres-Mittelwerte) (Datenquelle: Destatis, UBA)

Obwohl es auch in den alten Bundesländern Umstellungen in der Flächenstatistik gegeben hat, sind die Auswirkungen auf das erfasste Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsflächen eher gering. So wurden 2010/2011 in drei Bundesländern gewerbliche Gebäude- und Freiflächen in die Kategorie „Betriebsfläche ohne Abbauand“ umgebucht, wodurch die SV-Fläche insgesamt unverändert bleibt und in einem Bundesland Grasflächen und Wege auf Deichen zur „Erholungsfläche“ oder „Verkehrsfläche“ geschlagen, so dass sie nun zur SV-Fläche zählen.

Das Wachstumstempo der Gewerbeflächen sank seit dem Jahr 2000 – ausgehend von 24 Hektar pro Tag – binnen fünf Jahren um ein gutes Drittel und pendelt seitdem konstant um 14 Hektar pro Tag. Der Zuwachs der Wohnbauflächen sank von 36 Hektar pro Tag im Jahr 2000 kontinuierlich auf 16 Hektar pro Tag im Jahr 2011. Damit hat sich der Flächenverbrauch durch Wohnungsbau gegenüber dem Ausgangsniveau mehr als halbiert. Dies korrespondiert auch mit den rückläufigen Fertigstellungszahlen im Wohnungsbau. Betrachtet man statt des gleitenden 4-Jahres-Mittelwertes die Einzeljahre, dann zeigt sich beim Wohnungsbau nach dem Tiefpunkt des Jahres 2009 ein Wiederanstieg der Baufertigstellungen und damit der Flächenneuansprache. Dies betrifft nicht nur Ein- und Zweifamilienhäuser, sondern auch den Geschosswohnungsbau.

Nahezu ungebrochen ist in den alten Ländern hingegen das Wachstum der Erholungsflächen sowie der Verkehrsflächen.

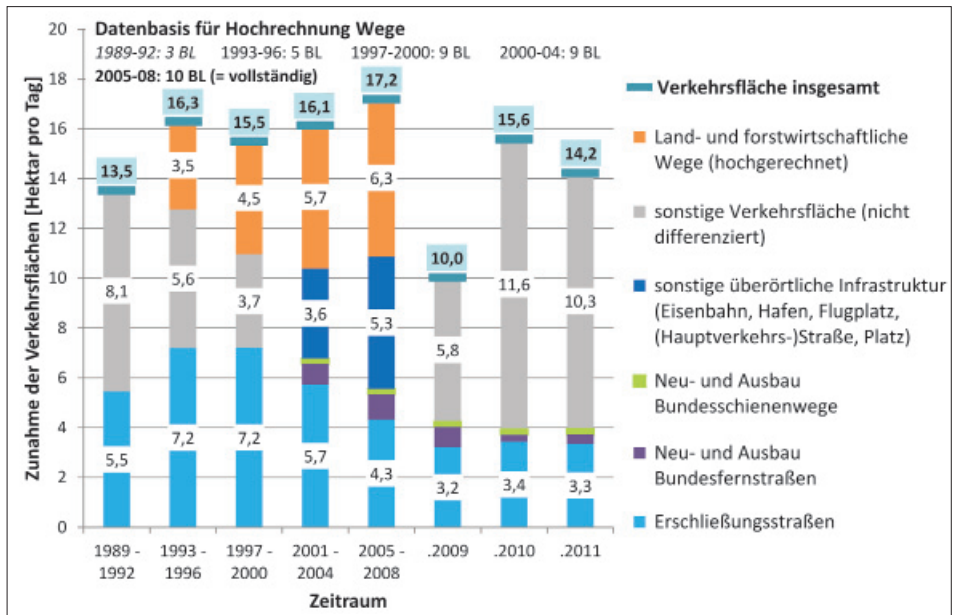


Abb. 4: Zunahme Verkehrsflächen und Verursacher, alte Bundesländer (Datenquellen: Destatis, BMVBS, eigene Berechnungen)

Abbildung 4 zeigt überschlägig die Beiträge der verschiedenen Verursacher zum Wachstum der Verkehrsflächen in den alten Bundesländern, wo – mit Abstrichen – hochrechnungsfähige, differenzierte Daten vorliegen. Da die Siedlungsentwicklung sich verlangsamt hat, sollte auch das Wachstum der Erschließungsstraßen zurückgegangen sein (Grundlage der Hochrechnung: Basis II, 2003). Eine bislang wenig beachtete Ursache des Verkehrsflächenwachstums ist die Zunahme der land- und forstwirtschaftlichen Wege, die sich in der Flächenstatistik belegen lässt. Aus Agrarstatistiken und dem Bundeswaldbericht geht hervor, dass dieses Wachstum durch Fördermittel für ländliche Räume angetrieben wird. Die große Unbekannte in der Flächenstatistik bleibt allerdings das Wachstum der sonstigen Verkehrsflächen, d. h. Eisenbahnen, Häfen, Flugplätze und Hauptverkehrsstraßen mit Ausnahme der Bundesautobahnen und Bundesstraßen. Nur wenige Bundesländer weisen in der Flächenstatistik hierzu differenzierte Daten aus und wenn dann auch nur sporadisch, so dass keine konsistenten Zeitreihen gebildet werden können.

2.3 Flächenneuanspruchnahme durch Bundesverkehrswege

Basierend auf Zahlenmaterial des Bundesministeriums für Verkehr (BMVBS, z. T. unveröffentlicht) ist immerhin eine Schätzung für das Wachstum der Verkehrsflächen durch Neu- und Ausbau der Bundesverkehrswege (Bundesautobahnen, Bundesstraßen und Bundesschienenwege) möglich. Die Ergebnisse wurden in Relation zum fiktiven Flächenverbrauch gesetzt, der sich ergäbe, wenn der vordringliche Bedarf des

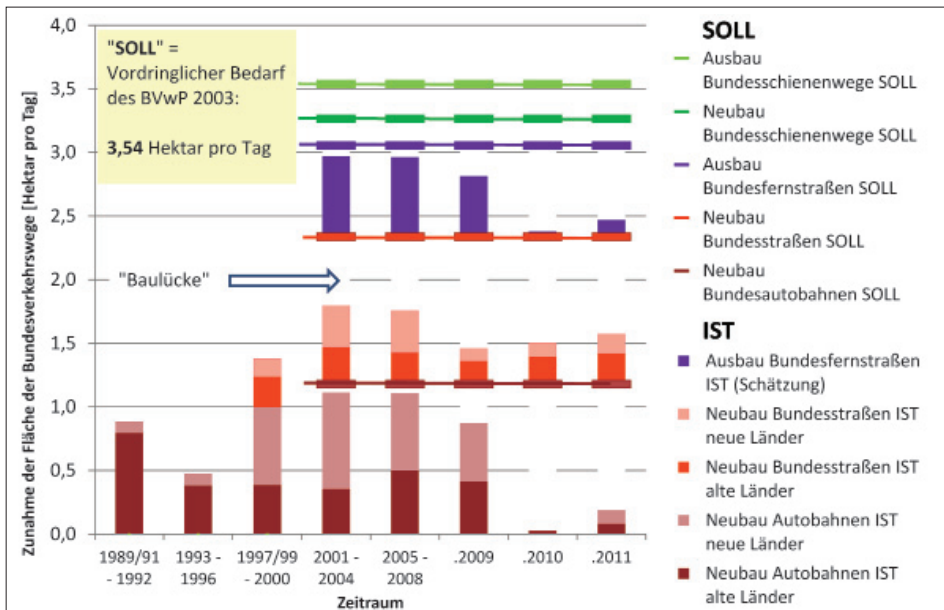


Abb. 5: SOLL und IST beim Ausbau der Bundesfernstraßen und Bundesschienenwege, alte und neue Bundesländer (Datenquellen: BMVBS)

Bundesverkehrswegeplanes (BVwP) 2003 (BMVBW 2003) tatsächlich gebaut würde (BReg 2004, 31).

Abbildung 5 zeigt, dass der tatsächliche Neubau (IST) von Autobahnen bis zum Jahr 2008 emsig voran ging und dicht an den SOLL-Zahlen des BVwP liegt. Ab dem Jahr 2009 scheint allerdings die Fertigstellung neuer Autobahnkilometer ins Stocken gekommen zu sein (oder die Straßenbauämter haben seither nur unvollständig gemeldet). Der Neubau von Bundesstraßen blieb hingegen schon seit 2003 hinter dem SOLL zurück („Baulücke“).

Beim Flächenverbrauch durch den Ausbau von Bundesfernstraßen wurde unterstellt, dass er sich ähnlich zum diesbezüglichen SOLL verhält wie der Neubau. Bei den Bundesschienenwegen sind der Autorin keine Zahlen zum IST bekannt, so dass hier nur die SOLL-Zahlen dargestellt wurden. Der Bundesverkehrswegeplan 2003 steuert somit zum Verkehrsflächenwachstum maximal 3,5 Hektar pro Tag bei.

Wenn der neue BVwP 2015 einen adäquaten Beitrag zum Flächensparen leisten soll, dann sollte er nur noch Neu- und Ausbaumaßnahmen von nicht mehr als 0,9 Hektar pro Tag ins Auge fassen (= ein Viertel). Dies ist durchaus kompatibel mit dem erklärten Ziel des Bundesverkehrsministeriums für den BVwP 2015, den Schwerpunkt auf die Instandhaltung bestehender Verkehrsinfrastrukturen zu legen.

3 Flächenbelegung von Transportdienstleistungen

Das Umweltbundesamt beschäftigt sich im Rahmen von Ökobilanzen auch mit der Frage, welche temporäre Flächenbelegung oder irreversible Flächennutzungsänderung man bestimmten Produkten, Dienstleistungen, Produktionszweigen oder Bedürfnisfeldern (z. B. Wohnen, Mobilität) anlasten muss. Der Flächenverbrauch für Siedlungen und Verkehr ist lediglich einer von mehreren häufig auftretenden Arten irreversibler Flächennutzungsänderungen.

Für Transportvorgänge mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln wird im Folgenden skizziert, wie die temporäre Flächenbelegung von Verkehrswegen durch einen Transport über eine bestimmte Entfernung ermittelt wird. Den Lkw-Transporten wurde ein weiterer temporärer Flächenrucksack für die Erzeugung von Biodiesel aufgebürdet. Beim Schienenverkehr wurde zudem berücksichtigt, dass für die Stromerzeugung anteilig Braunkohle verfeuert wird, was zumindest eine temporäre Belegung von Abbauf Flächen bis zur Rekultivierung nach sich zieht¹.

¹ Die irreversible Veränderung eines Teils der Abbauf Flächen, z. B. durch Umwandlung in Seen oder die Auswirkungen von Umsiedlungsmaßnahmen, wird in diesem Arbeitsschritt nicht betrachtet. Die Berücksichtigung dieser Auswirkungen erfolgt bei der Bilanzierung von (irreversiblen) Flächennutzungsänderungen, die hier nicht dargestellt werden können.

Die Abbildung 6 zeigt als Ergebnis einer Testrechnung die temporäre Flächenbelegung des Fahrwegs für den eigentlichen Transport sowie zusätzlich des Abbauandes für die Braunkohleförderung und des Ackers für den Rapsanbau. Die Ergebnisse werden in der Einheit „Quadratmeterstunde pro Tonnenkilometer“ angegeben; aufgrund der stark unterschiedlichen Größenordnungen wurde die logarithmische Darstellung gewählt. Der Ansatz zur Berechnung der temporären Belegung des Straßennetzes wird seit längerem in der Schweiz angewendet (BfStatistik 1982). Das Umweltbundesamt hat die Methode weiterentwickelt und auf andere Verkehrsträger übertragen (Heine, Penn-Bressel 1995).

Das Produkt aus Fahrwegbreite und Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug ist der Raum, den ein Fahrzeug momentan belegt. Allerdings wird ein schnelles Fahrzeug diesen Raum kürzere Zeit belegen und zügiger wieder freigeben als ein langsames Fahrzeug. Maßgeblich zur Charakterisierung des temporären Flächenbedarfs eines Transportvorgangs über einen Kilometer Strecke ist daher der durch das Fahrzeug momentan belegte Raum multipliziert mit der Blockadezeit, die es braucht, um diesen Kilometer zurückzulegen ($\text{m}^2 \cdot \text{h} / \text{Fzkm}$)². Der temporäre Flächenbedarf des Fahrzeugs kann danach auf die transportierten Tonnen umgelegt werden ($\text{m}^2 \cdot \text{h} / \text{tkm}$).

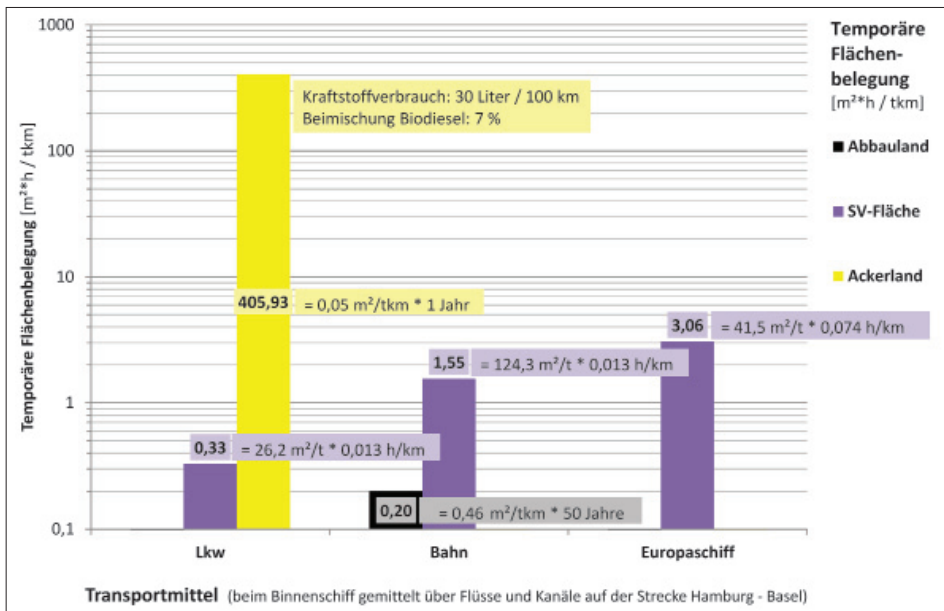


Abb. 6: Temporäre Flächenbelegung durch Lkw-Transporte, Bahn- und Schiffs Transporte ($\text{m}^2 \cdot \text{h} / \text{tkm}$); Verkehrsflächen, Abbauand für Stromerzeugung sowie Rapsanbaufläche für Biodiesel berücksichtigt (Quelle: UBA)

Das Ergebnis derartiger Vergleichsrechnungen hängt natürlich kritisch ab von den zugrundeliegenden Annahmen. Wichtig ist zunächst, dass bei der Belegung der

² = (Raum_{momentan} pro Fahrzeug) dividiert durch die Geschwindigkeit v (km/h).

Fahrwege unterstellt wurde, dass sie so dicht mit Fahrzeugen belegt sind, wie dies heute technisch möglich ist. Für den Lkw-Verkehr bedeutet dies, dass bei Tempo 80 ein freier Sichtabstand zum Vordermann von rund 50 Metern einzuhalten ist. Für den Abstand zwischen den Fahrerkabinen ist zusätzlich die Fahrzeuglänge zu berücksichtigen. Aus diesen Annahmen resultiert eine Verkehrsmenge von rund 1 200 Lkw pro Stunde und Fahrspur. Für die Eisenbahn sind hingegen im gemischten Personen- und Güterverkehr etwa 189 Trassen (Slots für eine mögliche Zugvorbeifahrt) pro Gleis und Tag (7,9 Zug-Vorbeifahrten pro Stunde) möglich. Der Abstand zum vorausfahrenden Zug beträgt bei Tempo 80 somit rund 10 Kilometer (s. Tab. 1).

Noch komplexer sind die Verhältnisse beim Binnenschiff, weil das Verkehrsaufkommen auf den Kanälen durch die Durchlasskapazität der Schleusen begrenzt ist, was zu einer hohen Flächenbelegung führt. Auf dem Rhein sind hingegen dichtere Fahrzeugfolgen und eine geringere Flächenbelegung denkbar. Beim Vergleich verschiedener Verkehrsträger (Lkw, Bahn, Schiff) für eine bestimmte Transportleistung (z. B. Transport von 1 000 Tonnen von Hamburg nach Basel) muss für das Binnenschiff über die Teilstrecken auf den Flüssen und Kanälen mit unterschiedlich hoher Flächenbelegung gemittelt werden.

Tab. 1: Eckpunkte für einen Vergleich unterschiedlicher Verkehrsträger zum Transport von Gütern (diverse Datenquellen, eigene Bearbeitung)

Fahrzeug	Nutzlast	Fahrwegbreite**	Abstand	Raum _m	Geschwindigkeit	Fläche _{temp}
Einheit	(t)	(m)	(m)	(m ² /Fz)	(km/h)	(m ² *h/tkm)
Lkw	15,6	6,2	66,5	409	80,0	0,33
E-Bahn	515,0	6,3	10.159,0	64.000	80,0	1,55
Europa-schiff*	1.250,0	22,4	2.320,0	51.929	13,6	3,06
* beim Binnenschiff Zahlenwerte gemittelt über Flüsse und Kanäle auf der Strecke Hamburg-Basel						
** bei Autobahn und Eisenbahn inklusive anteilig Mittel- und Seitensteifen sowie Bankette und Böschungen nach Regelquerschnitt; auf Kanälen gemittelt zwischen Trog- und Trapezquerschnitt, auf Flüssen wurden 21 m Breite des Fahrwegs angesetzt						

Im Vergleich schneidet bei der Belegung der Verkehrswege der Lkw am günstigsten ab und das Binnenschiff am ungünstigsten. Betrachtet man allerdings zusätzlich den Flächenbedarf für die Kraftstoffproduktion, so dreht sich dieses Verhältnis um, wobei die Flächenbelegung für Biodiesel um Größenordnungen höher ausfällt als die übrigen betrachteten Flächenbelegungen.

4 Ausblick

Im UBA wurde auch eine Methode entwickelt, wie ausgehend von der temporären Flächenbelegung von Bundesverkehrswegen der Ausbau der Bundesverkehrswege einzelnen Personenfahrten oder Gütertransporten angelastet werden kann. Entsprechend kann im Prinzip auch die Rodung von Urwäldern für die Palmölproduktion über den Einsatz von Biodiesel auf einzelne Fahrten umgelegt werden. Die bisherigen Resultate können allerdings hier mangels Raum nicht dargestellt werden und werden an anderer Stelle veröffentlicht.

Im Hinblick auf das 30-Hektar-Ziel der Bundesregierung für das Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsfläche ist derzeit keineswegs gesichert, dass das Ziel erreicht werden kann, zumal die Baukonjunktur derzeit wieder anzieht. Das UBA hat Vorschläge zur Verbesserung der Planungsinstrumente unterbreitet, von denen zumindest einige (z. B. Erfassung der Potenziale der Innenentwicklung) Eingang in die Novelle des Baugesetzbuches gefunden haben. Das UBA hat auch einen Modellversuch gestartet, in dem am Ende 50 bis 100 Kommunen den Handel mit Flächenzertifikaten (analog zum Emissionshandel im Klimaschutz) erproben sollen.

5 Literatur

Basis II (2003): Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich Öffentliche Infrastruktur, Ökoinstitut, IÖR und TU Dresden, im Auftrag des Umweltbundesamtes.

BfStatistik (1982) – Bundesamt für Statistik (CH, Hrsg.): Schlußbericht der Kommission zur Überprüfung der Straßenrechnung, Bern.

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (1986-2011): Verkehr in Zahlen (jährlich).

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (1999-2012): Längenstatistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs (jährlich, unveröffentlicht).

BMVBW – Bundesministerium für Verkehr, Bauen und Wohnen (Hrsg.) (2003): Bundesverkehrswegeplan, Berlin.

BReg – Bundesregierung (Hrsg.) (2002): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.

BReg – Bundesregierung (2004): BT-Drs. 15/4472: Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der Abgeordneten Peter Götz, Klaus Minkel, Dirk Fischer (Hamburg), weiterer Abgeordneter und der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 15/3362.

Destatis – Statistisches Bundesamt (1989-2012): Baufertigstellungen: Errichtung neuer Wohngebäude (jährlich).

Destatis – Statistisches Bundesamt (1989-2012): Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung (jährlich).

Heine, B.; Penn-Bressel, G. (1995): Vergleich des Flächenbedarfs verschiedener Verkehrsmittel im städtischen Personenverkehr, Umweltbundesamt, Berlin (unveröffentlicht), Darstellung der Methode. In: Bracher, Tillmann et al.: „Umweltentlastung durch Kostenminimierung im Verkehr (Least Cost Planning im Verkehr)“; FE-Vorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFO-Plan-Nr. 29551070; Schlußbericht Teil 3: „Bewertungs- und Berechnungsverfahren zur Flächenbeanspruchung“.

KBU – Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (2009): Flächenverbrauch einschränken – jetzt handeln.
www.umweltbundesamt.de/boden-undaltlasten/kbu/index.htm

Identifizierung von Innenentwicklungspotenzialen

Die Plattform Innenentwicklung Wohnen – Erfahrungen des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain

Andreas Elend, Stefan Königer, Britta Müller

Zusammenfassung

Der Regionalverband FrankfurtRheinMain hat sich die Aufgabe gestellt, die Innenentwicklung zu fördern. Dazu wurde die Projektgruppe „Plattform Innenentwicklung Wohnen“ etabliert, die in Zusammenarbeit mit Experten Wege zur Realisierung von Innenentwicklung untersucht hat. Als Instrument für die Erfassung der Innenentwicklungspotenziale wurde eine halbautomatisierte Methodik entwickelt. Diese auf ALKIS-Datenbasis basierende Methode ermöglicht die flächendeckende Potenzialerfassung für alle 75 Mitgliedskommunen des Regionalverbandes. Anschließend erfolgt eine Validierung durch die Stadtplaner in den einzelnen Kommunen. Dabei werden zusätzliche Informationen zum Baurecht und zur Beschreibung der einzelnen Nachverdichtungspotenziale erarbeitet. Es ist beabsichtigt, die Potenziale als wichtige Grundlage für die Flächennutzungsplanung im Rahmen eines Monitorings regelmäßig fortzuschreiben.

1 Einführung

Der Regionalverband FrankfurtRheinMain stellt für das Gebiet seiner 75 Mitgliedskommunen den Regionalen Flächennutzungsplan (RegFNP) auf, der die Flächennutzungs- und Regionalplanung zusammenfasst.

Die Region ist geprägt durch den prosperierenden Ballungsraum rund um die Stadt Frankfurt. Das Gebiet zählt 2,2 Millionen Einwohner auf 2 500 km² Fläche. Die Bevölkerungsprognosen für die Region sind insgesamt noch positiv, Frankfurt erlebt seit Jahren ein andauerndes Bevölkerungswachstum. Doch schon heute kann man in einigen Städten und Gemeinden im Umland auch beobachten, dass es nicht nur in den Innerortslagen Leerstände gibt, sondern auch Grundstücke in Wohngebieten über längere Zeiträume brach liegen und der Verkauf von Parzellen in Neubaugebieten nicht mehr so reibungslos – und zu den Preisen – funktioniert wie vor einigen Jahren. Gleichzeitig können sich andere Orte mit Bevölkerungswachstum kaum noch ausdehnen – sei es aus ökologischen Gründen oder wegen anderer Restriktionen wie zum Beispiel Fluglärm.

Die Außenbereiche der Städte und Gemeinden freizuhalten ist aber nur die eine Seite der Medaille. Auf der anderen Seite rücken Facetten des Themas „Innenentwicklung“, die über das Flächensparen weit hinausreichen, in den Blickpunkt: Ziel ist der Erhalt lebendiger Orte mit einer ausreichenden Bevölkerungsdichte und die Sicherung notwendiger

Infrastruktur. Es geht um neue Wohnformen in gewachsenen Kernen mit vielfältigen Angeboten, die Durchmischung von Wohngebieten, die „in die Jahre gekommen“ sind, um die Aufwertung von Altbaubeständen, um die Verbesserung des Ortsbildes durch das Schließen von Baulücken, Umbau und Gebäudesanierung, um die Einsparung von Erschließungskosten und um den Erhalt der Freiraumqualitäten. Und nicht zuletzt geht es um Entwicklungschancen für Kommunen, die aufgrund von Siedlungsbeschränkungen in ihren Außenbereichen kaum noch Potenziale für den Wohnungsbau haben. Es besteht vor diesem Hintergrund enormer Handlungsbedarf!

2 Die Plattform Innenentwicklung Wohnen

Die „Plattform Innenentwicklung Wohnen“ wurde als Kooperationsangebot an die Mitgliedskommunen des Regionalverbandes geschaffen mit dem Ziel, in enger Zusammenarbeit und unter Berücksichtigung der verschiedenen Interessen und Erfahrungen herauszufinden, wie Innenentwicklung am besten gefördert werden kann. Es ging also weniger um ein perfektes Verfahren als darum, Lernprozesse anzustoßen und Werkzeuge zu entwickeln, die allen nützen können – etwa bei der Erfassung und Bewertung von Innenentwicklungspotenzialen oder für die Öffentlichkeitsarbeit. Um einen solchen Austausch auf eine tragfähige Grundlage stellen zu können, hat der Regionalverband FrankfurtRheinMain zum Start des Projektes im Herbst 2010 einen Fragebogen an alle 75 Mitgliedskommunen verschickt mit der Bitte, Angaben zu den verschiedenen Aktivitäten in Sachen Innenentwicklung in ihrer Stadt oder Gemeinde zu machen.

Die Reaktionen waren ermutigend: 63 Kommunen bekundeten ihr Interesse an einer weiteren Zusammenarbeit. In 40 Kommunen gab es bereits politische Beschlüsse, Strategien oder Konzepte zur Innenentwicklung. Auch Baulückenkataster (in 19 Kommunen) und Leerstandskataster (in neun Kommunen) waren bereits in Bearbeitung – allerdings häufig als einmaliger Vorgang, ohne dass eine regelmäßige Aktualisierung geplant gewesen wäre. Weitere interessante Strategien der Innenentwicklung betrafen neue Formen der Öffentlichkeitsbeteiligung.

Als Ergebnis der Befragung und durch Diskussionen auf verschiedenen Veranstaltungen im Rahmen der Plattform Innenentwicklung konnten einzelne Fragenkomplexe für eine vertiefende Bearbeitung in ausgewählten Städten oder Gemeinden identifiziert werden. Daraufhin initiierte der Regionalverband mit ausgewählten Kommunen verschiedene Pilotprojekte – etwa zur Erfassung von Leerständen und zum Aufbau eines Baulückenkatasters beziehungsweise einer Flächendatenbank. Mit der Plattform Innenentwicklung und den Pilotprojekten konnten nicht nur bestimmte Vorgehensweisen in Anbetracht der gegebenen Problemlage vor Ort „ausprobiert“ werden; es wurde auch die Vernetzung von Kommunen in vergleichbaren „Innenentwicklungssituationen“ gefördert.



Abb. 1: Veranstaltung der Plattform Innenentwicklung Wohnen (Quelle: Regionalverband FrankfurtRheinMain)

3 Halbautomatisches Baulückenkataster

Ausgehend von der Pilotphase der Plattform Innenentwicklung Wohnen sollte anschließend ein möglichst effektiver Weg für die 75 Mitgliedskommunen im Verbandsgebiet gewählt werden, um die Innenentwicklungspotenziale zu identifizieren. Da auch sehr kleinflächige Potenziale erfasst werden sollten, waren ein großmaßstäbliches Vorgehen und sehr genaue Daten erforderlich. Als geeignet erschien, zunächst mithilfe von Geographischen Informationssystemen (GIS) automatisiert einen Pool von potenziell geeigneten Flächen zu generieren und diesen Pool anschließend einer manuellen Kontrolle zu unterziehen.

Für den angestrebten Zweck und die Bearbeitungsgenauigkeit erweist sich als geeignete Datengrundlage das Amtliche Liegenschaftskataster des Landes Hessen (ALK). Die ALK-Daten besitzen eine mittlere Genauigkeit von 1 cm und liefern nicht nur Flurstücksabgrenzungen und Gebäudeumrisse, sondern auch Angaben zur tatsächlichen Nutzung. Der besondere Reiz ist, dass Nutzungs- und Flurstücksgeometrien identisch sind.

Durch Verschneidung der Flurstücks- mit den Gebäudedaten erhält man einerseits jene Flächen, die frei von Bebauung sind, und andererseits den Bebauungsanteil der Gebäude auf einem Flurstück, mit anderen Worten die Grundflächenzahl.

Als Untersuchungsraum wurden ausschließlich die Bauflächen des Regionalen Flächennutzungsplanes (RegFNP) mit Wohn- und Mischnutzung festgelegt. Es wurden weder Gewerbe- noch Grünflächen berücksichtigt. Allerdings musste in Kauf genommen werden, dass der RegFNP einen wesentlich kleineren Zielmaßstab, nämlich 1:50 000, besitzt.

Dieser Maßstab ist deutlich kleiner als bei Flächennutzungsplänen üblich. Die damit verbundene geometrische Generalisierung führt zu einer größeren Ungenauigkeit in

der Darstellung des Bestandes der Wohn- und Mischbauflächen. Da die Wohn- und Mischbauflächen des RegFNP Straßen, Bahnstrecken und Gewässer nicht aussparen, blieben diese Geometrien im Pool der potenziellen Baulücken zunächst erhalten. Hier erwies sich nun von Nutzen, dass die ALKIS-Daten auch Informationen über die tatsächliche Nutzung enthalten. Dadurch ließen sich Verkehrs- und Gewässergeometrien sehr leicht herausfiltern und löschen.

Eine Schwierigkeit war, den Innenbereich vom Außenbereich abzugrenzen. Da keine verbandsweite Festlegung des Innenbereiches, der den Kriterien des BauGB entspricht, vorlag, wurde eine Grenze definiert. Als Kriterien dienten die Abgrenzungen bestehender Wohn- und Mischbauflächen des RegFNP, die Bebauungsgrenze ersichtlich aus den Luftbildern sowie die Kenntnis über erschlossene Neubaugebiete, ebenfalls aus den Luftbildern.

Als Mindestgröße für die Baulücken und mindergenutzten Flächen wurden 250 m² gewählt, wobei auch kleinere Flurstücke erhalten blieben, wenn sie in Nachbarschaft zu anderen Flurstücken ein ausreichend großes Ensemble ergaben. Flächen mit einem Bebauungsanteil kleiner als drei Prozent wurden als nicht bebaut, und somit als potenzielle Baulücke eingestuft, da es sich in diesen Fällen sehr oft um geometrische Ungenauigkeiten der Ausgangsdaten oder sehr kleine Gebäude bzw. Gebäudeteile auf den Flurstücken handelte, meist Garagen.

Für die mindergenutzten Grundstücke bietet es sich an, einen oberen Grad der Bebauung zu definieren. Mittlerweile hat sich ein Bebauungsanteil kleiner als 15 Prozent pro Flurstück für die Einstufung als mindergenutztes Grundstück bewährt. Neben der Größe der unbebauten Fläche orientieren sich die Möglichkeiten zur Nachverdichtung am Zuschnitt der Fläche, an der Lage des bestehenden Gebäudes auf dem Grundstück und an der Erreichbarkeit, das heißt, Zugang und Erschließung.

Als Ergebnis der bis hierhin beschriebenen automatischen Schritte entstand ein grobes Potenzial, das noch weiter konkretisiert werden musste. Anhand von Luftbildern wurden Friedhöfe, Spiel- und Parkplätze herausgefiltert. Ebenso eliminiert wurden solche Flurstücke, die im Luftbild klar als bebaut zu erkennen waren, zu denen es in den Vermessungsdaten aber keine Gebäudegeometrie gab, meist Neubauten. Nicht berücksichtigt wurden topographische Merkmale wie die Hanglage oder die Existenz von Strom-, Wasser und Gasleitungen. Automatisiert wurde für jede Potenzialfläche vermerkt, ob und zu welchem Anteil sie in beispielsweise Landschafts-, Wasserschutz- oder Denkmalschutzgebieten liegt.

Diese halbautomatische Potenzialerfassung ist die Grundlage für das regionsweite Flächenmonitoring des Regionalverbandes (vgl. Punkt 4).

Um für die Kommune ein konkret nutzbares Flächenmanagement aufzubauen, sind weitere Bearbeitungsschritte erforderlich: Das Potenzial an Baulücken und minder-



Abb. 2: Überlagerung des Luftbildes mit Layer der Flurstücks-, Gebäude- und Verkehrsgeometrien (Quelle: Regionalverband und Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG))



Abb. 3: Potenziale vor der Validierung durch die Kommunen (rot: Baulücken; orange: minder-genutzte Flächen) (Quelle: Regionalverband und HVBG)

genutzten Grundstücken wird schließlich den Stadtplanern der Kommunen zur weiteren Validierung vorgelegt. Die Planer erfassen eine Reihe von Attributen, u. a. zum Baulandtyp und Baurecht, zur Erschließungssituation und dem Zuschnitt der Fläche, anhand derer die Potenzialflächen näher beschrieben und bewertet werden können. Erfahrungsgemäß liegt die Bearbeitungszeit für den Stadtplaner pro Ortsteil, abhängig von den Ortskenntnissen und der Größe der Ortsteile, bei einem halben bis einem Tag.

Aufgrund der sehr heterogenen IT-Landschaft in den Kommunen war es notwendig, den Datenaustausch so zu gestalten, dass die Daten von jedem kommunalen Planer gelesen und bearbeitet werden konnten, gleich welches GIS sie einsetzen und über welche GIS-Kenntnisse vor Ort verfügt wird. Daher wurde als kleinster gemeinsamer Nenner das Tabellenformat (Microsoft-Excel) in Kombination mit Kartenplots gewählt. Durch die Tabellenform ließ sich nicht nur der Import in GI-Systeme bewerkstelligen, sondern auch die Voraussetzung schaffen, die Informationen in die Flächenmanagementdatenbank Hessen zu integrieren. Dabei handelt es sich um eine vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (HMWVL) kostenlos bereitgestellte Datenbank, welche es den Kommunen erleichtern soll, ihre Flächenpotenziale zu verwalten (<https://www.hessen-nachhaltig.de/web/nachhaltiges-flaechenmanagement/14>). Diese Datenbank ermöglicht beispielsweise eine automatisierte Eigentümeransprache.

Erste Ergebnisse bestätigen, dass die gewählte Methode eine hohe Trefferquote, ca. 80 Prozent, im Bereich der Baulückenpotenziale aufweist. Es zeigt sich, dass wesentlich mehr Grundstücke als Baulücke identifiziert werden können als durch das vor Ort vorhandene intuitive Wissen oder „Zufallswissen“. Die Validierung der Potenziale der mindergenutzten Grundstücke fällt erwartungsgemäß deutlich geringer aus. Dies ist vornehmlich darin begründet, dass für die Nachverdichtung bereits bebauter Grundstücke viel stärker städtebauliche Ideen bzw. Konzepte Einfluss nehmen als bei klassischen Baulücken. Dennoch war das Fazit der Kommunen, dass gerade das Aufzeigen von Bereichen mindergenutzter Grundstücke für die Innenentwicklung hilfreiche Hinweise geliefert hat.

4 Regionales Flächenmonitoring

Für die regionale Flächennutzungsplanung stellt sich die Frage, wie sich die Wohnbaupotenziale in der Region entwickeln. Um das tatsächliche Baugeschehen in seiner regionalen Dimension zu verfolgen, wird der Regionalverband in den nächsten Jahren die bauliche Entwicklung innerhalb der Wohn- und Mischbauflächen beobachten. Bei diesem „Flächenmonitoring“ der Wohnungsbaupotenziale wird zwischen folgenden drei Kategorien unterschieden: bauliche Entwicklung im bebauten Innenbereich, bauliche Entwicklung in größeren Stadtumbaubereichen („Umstrukturierungspotenziale“) und die bauliche Entwicklung auf Zuwachsflächen, die im Jahr 2009 noch nicht erschlossen waren („Außenpotenziale“).

2011 fand eine erste Erfassung der zur Verfügung stehenden Potenzialflächen in oben beschriebener Art und Weise statt. Sie bilden die Basis für eine regelmäßige Ermittlung der Bauaktivitäten. Möglicherweise vorhandene Hemmnisse für eine Bebauung wurden bei dieser Ersterfassung nicht berücksichtigt. Bei den erhobenen Außenpotenzialen handelt es sich um Bruttobauland, während bei den Innenpotenzialen meist die erschlossenen Grundstücke erfasst sind.

Die folgende Abbildung zeigt die Anteile von Innen- und Außenpotenzialflächen sowie Umstrukturierungspotenzialen für den Wohnungsbau in den einzelnen Mitgliedskommunen des Regionalverbandes.

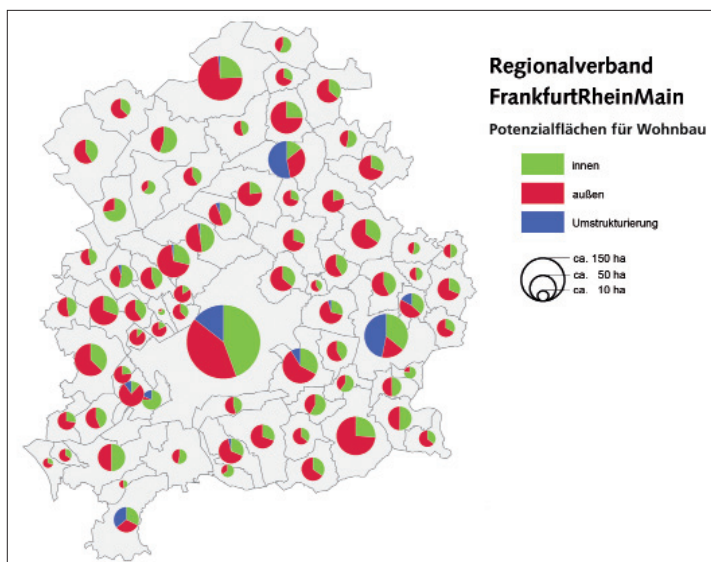


Abb. 4: Potenzialflächen für den Wohnungsbau (Quelle: Regionalverband FrankfurtRheinMain)

Weitere interessante Ergebnisse zeigt Abbildung 5 mit den Außen-, Innen- und Umstrukturierungspotenzialen der Verbandskommunen – diesmal bezogen auf die Einwohnerzahl.

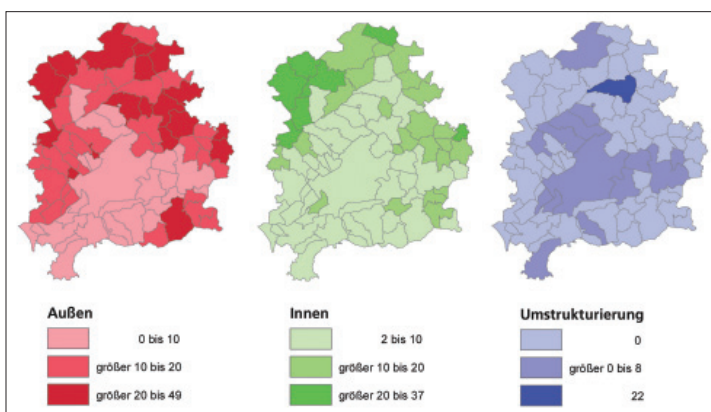


Abb. 5: Außen-, Innen- und Umstrukturierungspotenziale (ha/10 000 Einwohner)
(Quelle: Regionalverband FrankfurtRheinMain)

Am nördlichen Rand der Region, in den ländlichen Gebieten mit eher dörflichen Strukturen, sind sowohl die Innenpotenziale (dunkelgrün) als auch die Außenpotenziale (dunkelrot) besonders groß – hier gibt es ein großes Angebot an Bauflächen – und

das teilweise bei rückläufigen Bevölkerungszahlen. Wahrscheinlich ist dieses Potenzial vielerorts noch größer, wenn man leerstehende Häuser und Nebengebäude mit Ausbaupotenzial hinzuzählt. Die Städte Frankfurt am Main, Offenbach am Main und Hanau verfügen zudem über große Umstrukturierungspotenziale (mittel-/dunkelblau). Einige Kommunen im Siedlungsbeschränkungsgebiet des Frankfurter Flughafens haben nur noch wenige oder gar keine Neubauflächen im Außenbereich; sie werden in Zukunft ausschließlich auf die Innenentwicklung angewiesen sein.

Es ist beabsichtigt, in einem Rhythmus von zwei Jahren eine Fortschreibung vorzunehmen, die die Tendenz der Entwicklung in den verschiedenen Bereichen auch längerfristig aufzeigt.

5 Fazit

Im Rahmen der Plattform Innenentwicklung Wohnen wurden Standards und Instrumente entwickelt, um im Sinne einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung vorrangig Innenentwicklung zu betreiben. Dies entspricht auch den Vorgaben der BauGB-Novelle 2013 – zur Stärkung der Innenentwicklung in den Städten und Gemeinden. Mithilfe der automatisierten Baulückenerfassung ist es erstmals möglich, flächendeckend Informationen auf regionaler Ebene zu erstellen. Die erprobte automatisierte Herangehensweise mit anschließender Validierung zeigt in den ersten Kommunen überzeugende Ergebnisse. Die Innenentwicklungspotenziale stellen einerseits eine wichtige Grundlage zur Steuerung der Flächenkontingente bei der Fortschreibung des Regionalen Flächennutzungsplanes dar. Darüber hinaus ist anhand der gewählten Methodik ein Monitoring der Wohnbauaktivitäten in regelmäßigen Zeitabständen mit wenig Zeitaufwand realisierbar. Andererseits konnte durch die Bereitstellung der Methodik und Potenzialkarten die Innenentwicklung insbesondere in den kleineren und mittelgroßen Kommunen gefördert werden.

Ergänzend wird sich der Regionalverband nun der Aufgabe stellen, eine erweiterte Methodik zur Erfassung der Flächenpotenziale in Gewerbegebieten zu entwickeln, die nach ersten Einschätzungen die Baupotenziale in Wohn- und Mischgebieten noch übertreffen.

6 Literatur

AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen (2008): Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (ALKIS-Objektartenkatalog). Version 6.0, Stand 11.04.2008.

Regionalverband FrankfurtRheinMain (2012): Innen vor Außen, Dokumentation der Plattform Innenentwicklung Wohnen.
www.region-frankfurt.de/media/custom/2005_1088_1.PDF?1346407529

Brachflächenerhebung und -recycling, Erhebungsmethodik in Nordrhein-Westfalen

Heinz Neite, Klaus-Jürgen Berief

Zusammenfassung

Die Reaktivierung von Brachflächen durch das Flächenrecycling leistet einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung der Neuinanspruchnahme von Freiflächen. Daher verfolgt NRW das Ziel, Brachflächen verstärkt wieder zu nutzen. Es ist allerdings offen, wie die Wiedernutzung von Brachflächen als Beitrag zur Reduzierung des Flächenverbrauchs zu quantifizieren ist. Insbesondere fehlen in den Gemeinden bisher Angaben zur Anzahl, Lage und Größe von Brachflächen.

Anhand von Luftbildauswertungen wurden in drei Pilotgebieten des Landes NRW Brachflächen mit und ohne Gebäudebestand erfasst. Brachflächen ohne Gebäudebestand sind dabei u. a. durch versiegelte Flächen oder Schotterflächen, Fundamentreste oder Vorkommen von Ruderalvegetation erkennbar. Brachflächen mit Gebäudebestand sind in Luftbildern u. a. durch Schäden am Gebäude, insbesondere am Dach, Vorkommen von Spontanvegetation an Weg- und Gebäudeändern oder leeren Betriebsparkplätzen zu identifizieren.

Die durchgeführten Arbeiten lieferten für die untersuchten Pilotgebiete bereits verbesserte Informationen über den Beitrag des Flächenrecyclings zur Begrenzung der Freiflächeninanspruchnahme. Die Erhebungen werden in weiteren Regionen des Landes unter Berücksichtigung der bisherigen Ergebnisse fortgeführt und die Methode in einem Leitfaden dokumentiert.

1 Einführung

In Nordrhein-Westfalen wurden im Jahr 2011 pro Tag circa 10 Hektar Freifläche für den Siedlungs- und Verkehrswegebau beansprucht. Der hohe Flächenverbrauch führt zu erheblichen ökologischen und ökonomischen Problemen (MKULNV 2008). Politisches Ziel der NRW-Landesregierung ist es daher, den Flächenverbrauch bis 2020 auf fünf Hektar pro Tag in NRW zu reduzieren. Langfristig wird ein Netto-Null-Flächenverbrauch angestrebt (NRWSPD – Bündnis 90/Die Grünen NRW 2012).

Einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung der Neuinanspruchnahme von Freiflächen leistet bereits seit vielen Jahren die Reaktivierung von Brach- und Altlastenflächen durch das Flächenrecycling. Derzeit liegt allerdings weder eine landesweite Bilanzierung bereits durchgeführter Recyclingprojekte noch eine Einschätzung des Potenzials aktuel-

ler Brachflächen vor, da konkrete Angaben über die Flächenanteile wiedergenutzter und sanierter Flächen sowie die Anzahl und Größe der Brachflächen in NRW fehlen.

Vor diesem Hintergrund veranlasste das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) ein Projekt, bei dem in drei Pilotgebieten die Anzahl und Flächengröße der Brach- und Altlastenflächen sowie die Flächenanteile (Anzahl und Größe) wiedergenutzter und sanierter Flächen erhoben wurde (Berief, Pankratz 2012).

2 Methodisches Vorgehen

Für das Projekt wurden Brachflächen in Anlehnung an die Definition der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO 2010) wie folgt definiert: „Brachflächen sind nach Aufgabe einer gewerblich-industriellen oder sonstigen baulichen Nutzung über einen längeren Zeitraum ungenutzt und funktionslos gewordene Flächen, die als Potenzial für neue Nutzungen dienen können.“ Baulücken und Brachen des Wohnungsbaues wurden in dem Projekt nicht berücksichtigt.

Bislang lagen in den Pilotgebieten keine flächendeckenden Erfassungen vor, aus denen sich Informationen zur Lage und Größe von Brachflächen ableiten ließen. Die Erhebung der Brachflächen erfolgte systematisch innerhalb des gesamten Siedlungsgebietes. Durch die Betrachtung von drei unterschiedlichen Zeitschnitten sollte eine Auswertung der Entwicklung von Brachflächen stattfinden. Als Grundlage dienten in erster Linie Luftbilder. Weitere Informationsquellen wurden recherchiert und ausgewertet.

2.1 Auswahl der Pilotgebiete

Die Bearbeitung des Projektes erfolgte in der Stadt Gelsenkirchen, der Stadt Mönchengladbach und im Kreis Steinfurt in den drei kreisangehörigen Städten Ibbenbüren, Lengerich und Steinfurt. Ein wesentliches Kriterium bei der Auswahl der Pilotgebiete war die Berücksichtigung unterschiedlicher Gemeindetypen. So bildet die Stadt Gelsenkirchen einen Ballungskern des Ruhrgebietes, Mönchengladbach stellt dagegen ein solitäres Verdichtungsgebiet dar, und die Städte Steinfurt, Ibbenbüren und Lengerich sind Mittelzentren der ländlichen Zone.

2.2 Erhebungen in den Pilotgebieten

Zur Erhebung der Brachflächen wurden neben Orthophotos von aktuellen Luftbildern (2008 bzw. 2009) auch Luftbilder aus zwei älteren Zeitschnitten (Mitte der 1990er Jahre und Anfang der 1980er Jahre) ausgewertet. In Abhängigkeit von ihrer zeitlichen Verfügbarkeit wurden die Luftbilder so ausgewählt, dass eine Vergleichbarkeit der ausgewerteten Zeitschnitte zwischen den Pilotgebieten gewährleistet war.

2.2.1 Auswertung von Luftbildern

Orthophotos von Luftbildern stellen grundsätzlich eine geeignete Grundlage zur Erfassung von Flächennutzungen und damit auch von Brachflächen dar. Sie liegen flächendeckend und hochauflösend für verschiedene Zeitschnitte vor und beschreiben die Flächennutzung zum Zeitpunkt der Luftbildaufnahme verzerrungsfrei als reales Abbild der Topographie. Die Flächennutzungen im Luftbild sind jedoch nicht klassifiziert und müssen daher interpretiert und Nutzungstypen zugeordnet werden.

Im Rahmen des Projektes erfolgte die Identifizierung und räumliche Abgrenzung von Brachflächen in den Luftbildern durch Interpretation von Bildmerkmalen. Zu den typischen und im Luftbild sichtbaren Merkmalen von Brachflächen gehören Pioniervegetation, Schotterflächen, Fundamentreste, mit verschiedenen Materialien versiegelte Flächen sowie heterogene Grünflächen (Abb. 1). Nicht immer sind auf solchen Flächen gleichzeitig auch Art und Umfang der baulichen Vornutzung abzuleiten, die für eine Kategorisierung als Brachfläche vorhanden sein muss. Sie kann in der Regel durch ältere Luftbildzeitschnitte oder ergänzende Informationsquellen erfasst werden. Die entsprechend der Definition ebenfalls wesentliche Zeitdauer der Nichtnutzung brachliegender Flächen lässt sich dagegen oft nur anhand des Entwicklungszustandes der Vegetation abschätzen.



Abb. 1: Unterschiedliche Oberflächenbefestigungen als Bildmerkmale für die Identifikation von Brachflächen (Quelle: Stadt Mönchengladbach, Fachbereich Geoinformation und Grundstücksmanagement, 11-AU-2011)

Flächen mit einem noch vorhandenen Gebäudebestand sind im Luftbild oft nicht eindeutig als Brachflächen zu identifizieren. Schäden am Gebäude, insbesondere am Dach, Spontanvegetation an Weg- und Gebäuderändern sowie entlang von Grundstücksgrenzen, leere Betriebsparkplätze und das Fehlen von betrieblichen Aktivitäten auf dem Betriebsgrundstück sind zwar als Hinweise auf eine mögliche Brachfläche zu werten, allerdings können diese Bildmerkmale ebenso gut auch bei extensiven Nutzungen, mindergenutzten Flächen, teilgenutzten Grundstücken und kurzzeitigen Leerständen auftreten.

2.2.2 Auswertung zusätzlicher Quellen

Da aus den Luftbildern nicht alle Brachflächen zweifelsfrei identifiziert werden können, wurden in dem Projekt zusätzliche Informationsquellen mit Hinweisen auf Brachflächen ausgewertet und mit den Ergebnissen der Luftbildauswertung abgeglichen. Bereits im Rahmen der Luftbildauswertung wurde mit der Deutschen Grundkarte (DGK) im Maßstab 1:5 000 eine topographische Kartengrundlage mit hoher Aktualität und Lagegenauigkeit hinzugezogen.

Weitere Informationen zu Brachflächen enthalten Realnutzungskartierungen. Die Differenzierung der erfassten Nutzungskategorien und der Kartiermaßstab richten sich nach dem Ziel der jeweiligen Untersuchung. Brachflächen werden in solchen Kartenwerken zwar nicht immer als eigene Nutzungskategorie ausgewiesen. In der Regel liefern aber Angaben aus den kartierten Nutzungsformen, wie Spontanvegetation, Hochstaudenfluren, Pioniervegetation und Ruine, zusätzliche Hinweise auf Brachflächen.

Als eine weitere Datengrundlage wurde das Altlastenkataster der Unteren Bodenschutzbehörden ausgewertet. Diese Kataster enthalten zwar in den wenigsten Fällen direkte Hinweise auf Brachflächen. Allerdings konnten aus ihnen Informationen zu gewerblich-industriellen Vornutzungen, zur Abgrenzung von ehemaligen Betriebsflächen und indirekte Hinweise auf die Dauer der Nichtnutzung von Betriebsflächen ermittelt werden.

Weitere Informationen zu Brachflächen lieferten städtische Gewerbeflächenkataster und vergleichbare Datenbanken oder Aufstellungen der Wirtschaftsförderung. Diese Angaben werden laufend aktualisiert und enthalten aktuelle Informationen über freie Gewerbe- und Industrieflächen. Eine direkte Identifizierung von Brachflächen ist in der Regel durch die Gewerbeflächenkataster nicht möglich, da Angaben zu Vornutzungen, zum Flächenzustand und zur Dauer der Nichtnutzung sowie eine grundstücksgenaue Flächenabgrenzung häufig nicht veröffentlicht werden. Die Planungsämter der beteiligten Pilotgebiete lieferten weitere hilfreiche Informationen zu den Brachflächen.

Als abschließender Schritt bei der Erhebung von Brachflächen wurden die Informationen zu den Brachflächen mit den Kenntnissen ortskundiger Personen abgeglichen. Dies waren langjährige städtische Mitarbeiter der Planungsämter, der Stadtentwicklung oder Wirtschaftsförderungen, die durch ihre Tätigkeit mit der Brachflächenthematik und den Flächennutzungen vor Ort vertraut sind. In den meisten Fällen konnten sie Ergebnisse der Luftbildauswertung bestätigen oder auf Fehlinterpretationen hinweisen. Gleichzeitig ergaben sich aus diesem Abstimmungsprozess Hinweise auf weitere Brachflächen.

3 Ergebnisse in den Pilotgebieten

Als wesentliche Grundlage der Brachflächenerhebungen diente die Auswertung von Luftbildern in Form von Orthophotos. Bei der Verifizierung der Kartierungsergebnisse wurden zwei Drittel der aus dem Luftbild kartierten Brachflächen bestätigt. Bei dem verbleibenden Drittel der kartierten Brachflächen konnten Brachflächen – trotz der im Luftbild sichtbaren Bildmerkmale – aus folgenden Gründen nicht bestätigt werden:

- die kartierten Flächen waren nur kurzfristig zum Zeitpunkt der Luftbildaufnahme ungenutzt,
- auf dem Grundstück befanden sich nicht erkennbare Teilnutzungen,
- die Betriebsfläche unterlag einer extensiven Nutzung oder
- die Flächen wurden zwischenzeitlich zu Grünflächen umgewidmet.

Nur zu einem geringen Anteil (etwa 10 %) wurden Brachflächen, die nicht im Luftbild erkannt wurden, aufgrund von Zusatzinformationen oder der Kenntnis ortskundiger Personen erfasst.

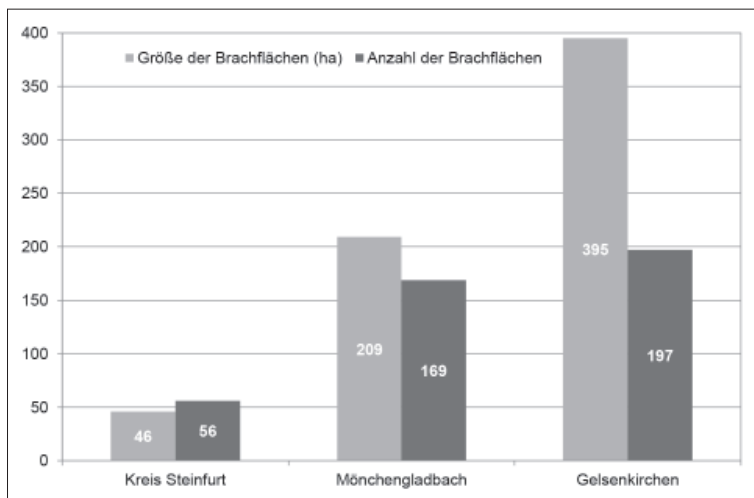


Abb. 2: Größe und Anzahl der erhobenen Brachflächen in den Pilotgebieten im Auswertungszeitschnitt 2008/2009 (Quelle: Berief, Pankratz 2012)

Abbildung 2 zeigt die Größe und Anzahl der erhobenen Brachflächen in den Pilotgebieten. Die Darstellung weist auf deutliche Unterschiede in der durchschnittlichen Flächengröße von Brachflächen hin: Kreis Steinfurt (0,8 ha), Mönchengladbach (1,2 ha), Gelsenkirchen (2,0 ha).

3.1 Folgenutzungen auf Brachflächen

Anhand der vorliegenden Ergebnisse in den Pilotgebieten Kreis Steinfurt und Mönchengladbach wurde der Anteil an Brachflächen ermittelt, der seit der Erfassung in den jeweiligen Zeitschnitten aktuell einer Folgenutzung zugeführt werden konnte. Demnach zeigen sich trotz deutlich unterschiedlicher absoluter Größe der Brachflächen (Abb. 3, Hektarangaben) vergleichbare Entwicklungen. So wurden in beiden Pilotgebieten fast 90 % der im ersten Zeitschnitt (1982/1984) erfassten Brachflächen inzwischen einer Folgenutzung zugeführt (Abb. 3). Bezogen allein auf die Flächengröße wurden von den 1996 bzw. 1997 ermittelten Brachflächen sogar noch größere Flächen einer Wiedernutzung zugeführt. Gleichzeitig nahm der prozentuale Anteil der entwickelten Brachflächen auf 66 % im Kreises Steinfurt und auf 81 % in Mönchengladbach ab. Angesichts des kurzen zeitlichen Abstands zum letzten Erfassungszeitschnitt ist der Anteil wiedergenutzter Brachflächen in den Jahren 2008 bzw. 2009 sehr viel geringer.

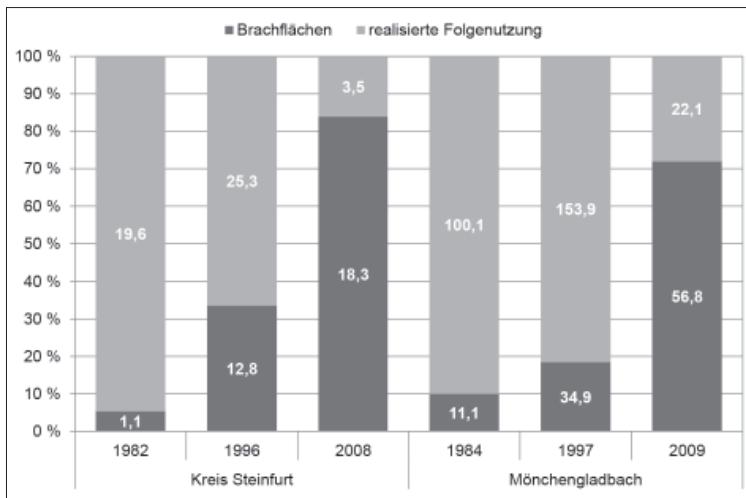


Abb. 3: Entwicklung von Folgenutzungen der in den Zeitschnitten 1982/84, 1996/97 und 2008/09 erfassten Brachflächen in den Pilotgebieten Kreis Steinfurt und Mönchengladbach. Die Größe der Brachflächen ist in den Säulen in Hektar angegeben (Quelle: Berief, Pankratz 2012)

3.2 Altlastensituation auf Brachflächen

Die in den Pilotgebieten erfassten Brachflächen wurden im Erhebungszeitraum 2008/2009 in einem weiteren Auswertungsschritt mit aktuellen Angaben der jeweiligen kommunalen Altlastenkataster abgeglichen.

In allen Pilotgebieten wurde ein deutlicher Zusammenhang zwischen Brachflächen und Altlastenhinweisen ermittelt. So werden jeweils ca. $\frac{2}{3}$ der im Auswertungszeitschnitt 2008/2009 erfassten Brachflächen auch in den kommunalen Altlastenkatastern geführt (Abb. 4). Zwar sind die Flächenabgrenzungen von Altlastflächen und Brachflächen nur selten deckungsgleich, doch bestehen zumindest für Teile der Brachflächen Hinweise auf Altlasten.

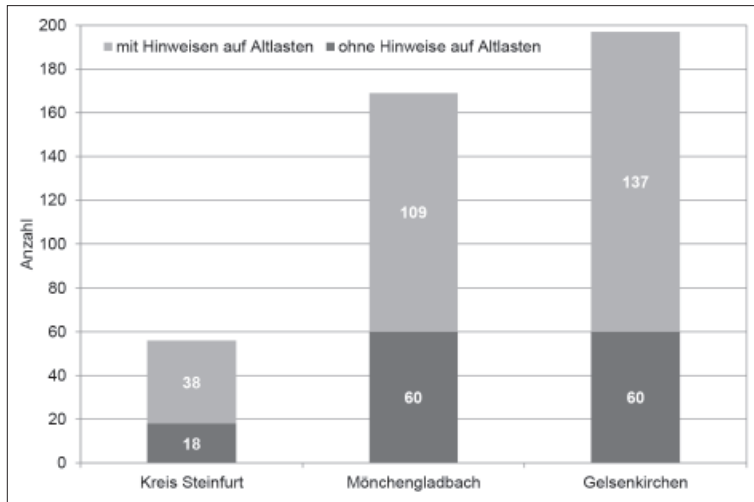


Abb. 4: Anzahl der Brachflächen mit Altlastenhinweisen im Auswertungszeitschnitt 2008/09 in den Pilotgebieten (Quelle: Berief, Pankratz 2012)

3.3 Hemmnisse bei der Flächenentwicklung

Bei der Entwicklung von Brachflächen können Konflikte auftreten, die einer sofortigen und uneingeschränkten Nutzung der Fläche im Wege stehen. Diese Hemmnisse können unterschiedliche Ursachen haben und müssen im Rahmen der Flächenaufbereitung entweder beseitigt werden oder es sind zumindest Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln.

In den Pilotgebieten wurden von den befragten Akteuren am häufigsten Altlasten als ein wesentliches Hemmnis bei der Flächenentwicklung genannt. Hemmnisse durch das Baurecht, durch unklare Eigentümerverhältnisse oder aufgrund ungünstiger verkehrlicher Erschließung wurden ebenfalls als wichtig genannt. Demgegenüber waren die Beschaffenheit des Baugrundes, der aktuelle Gebäudebestand und die Infrastruktur für die befragten Akteure weniger bedeutsam. Auch die Grundstückslage, die Topographie und die Grundstücksgröße besaßen in den Pilotgebieten nur eine untergeordnete Relevanz.

Als weitere Hemmnisse wurden die planungsrechtliche Situation der jeweiligen Brachfläche, Schachtschutzbereiche des Bergbaus, ein unrealistischer Kaufpreis und Immissionen durch Lärm genannt.

4 Fazit

Das Pilotvorhaben lieferte in den untersuchten Städten folgende wesentliche Ergebnisse:

- Die Luftbildauswertung ist unter Hinzuziehung weiterer Quellen und einer abschließenden Verifizierung der Ergebnisse durch ortskundige Fachleute eine geeignete Methode zur flächenhaften Erhebung von Brachflächen.
- In den Pilotgebieten im Kreis Steinfurt und der Stadt Mönchengladbach sind bereits ca. $\frac{3}{4}$ der Brachflächen aus den 80er und 90er Jahren entwickelt und weisen eine Folgenutzung (im Wesentlichen Gewerbe- und Wohnnutzung) auf.
- Für den überwiegenden Teil (70 %-90 %) der ermittelten Brachflächen in den Pilotgebieten bestehen Hinweise auf Altlasten.
- Altlasten waren in den Pilotgebieten ein wesentliches Hemmnis bei der Flächenentwicklung. Die Altlastenbearbeitung ist daher ein wichtiges Instrument zur Förderung der Wiedernutzung von Brachflächen.

Die durchgeführten Arbeiten lieferten für die untersuchten Pilotgebiete bereits verbesserte Informationen über den Beitrag des Flächenrecyclings zur Begrenzung der Freiflächeninanspruchnahme. Da die Pilotgebiete nur für einige Regionen in NRW repräsentativ sind, werden die Erhebungen in weiteren Gemeinden des Landes unter Berücksichtigung der bisherigen Ergebnisse fortgeführt und die Methode in einem Leitfaden dokumentiert.

5 Literatur

- Berief, K.-J.; Pankratz, E. (2012): Erhebungen über das Brachflächenrecycling in Nordrhein-Westfalen. Abschlussbericht im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
www.lanuv.nrw.de/boden/pdf/Endbericht20121109.pdf (Zugriff: 25.06.2013).
- LABO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2010): Reduzierung der Flächeninanspruchnahme – Bericht der Umweltministerkonferenz. 30. März 2010.
www.labo-deutschland.de/documents/UMK-Bericht_98a.pdf (Zugriff: 25.06.2013).
- MKULNV – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2008): Fläche schützen statt verbrauchen – Nachhaltige Flächenpolitik in Nordrhein-Westfalen.
www.allianz-fuer-die-flaeche.de/objectfiles/object/Dokumente/flaeche.pdf (Zugriff: 17.07.2013).
- NRWSPD – Bündnis 90/Die Grünen NRW (2012): Koalitionsvertrag 2012-2017 Verantwortung für ein starkes NRW – Miteinander die Zukunft gestalten. Juli 2012.

Innenentwicklungspotenziale in Deutschland – Ergebnisse einer bundesweiten Befragung

Georg Schiller, Holger Oertel, Andreas Blum

Zusammenfassung

Im Sommer 2012 führte das IÖR im Rahmen eines BMVBS/BBSR-Forschungsvorhabens eine bundesweite Umfrage zur Erhebung von Innenentwicklungspotenzialen (IEP) durch. Neben der Konzeption und Durchführung der Befragung und ergänzenden Experten-Interviews in ausgewählten Fallbeispielstädten beinhaltet das Projekt die Erarbeitung von Grundlagen und Konzepten für eine Verstetigung eines bundesweiten Monitorings von Innenentwicklungspotenzialen sowie die Berücksichtigung neuer Daten-Quellen und automatisierter Verfahren. Im vorliegenden Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse aus der Befragung vorgestellt. Schwerpunkt bildet dabei die Ermittlung und Validierung der Quantitäten von Innenentwicklungspotenzialen in Deutschland.

An der bundesweiten standardisierten Online-Befragung beteiligten sich rd. 4 % der deutschen Städte und Gemeinden aller Größenklassen in proportionaler geographischer Verteilung nach Regionstypen und Bundesländern.

Große Städte verfügen haben über gute Kenntnisse über zu vorliegenden Potenzialen, Kleinstädte und Landgemeinden sind dagegen oft auf Schätzungen angewiesen. Etwa die Hälfte der beteiligten Kommunen sieht sich in der Lage, die Daten regelmäßig fortzuschreiben. Tendenziell unterschätzen die befragten Kommunen die Potenziale in ihrem Territorium. Die Analyse möglicher Ursachen hierfür erlaubt die Auslotung von Bandbreiten nach oben.

Vorliegende Hochrechnungen weisen IEP in Höhe von mindestens 15 m² je Einwohner (oder 120 000 ha) auf Brachen und Baulücken aus. Diese Größenordnung entspricht ca. 5 % der Gebäude- und Freifläche. Unter Berücksichtigung von Korrekturschätzungen kann der Gesamtwert auf ca. 20 m² je Einwohner (165 000 ha) steigen.

1 Einführung

Deutschland hat sich im Rahmen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie für die Flächenneuinanspruchnahme das ehrgeizige Ziel gesetzt, den Flächenverbrauch auf 30 ha/Tag im Jahr 2020 zu reduzieren. Um dies zu erreichen, soll die Innenentwicklung gestärkt werden. Eine wesentliche Voraussetzung für die Ausgestaltung angemessener Strategien seitens des Bundes sind Kenntnisse über die Höhe und die räumliche Verteilung von hierfür geeigneten Flächenpotenzialen im Siedlungsbestand sowie über die diesbezüglich vorliegenden Datenbestände und -qualitäten in den Kommunen.

Fragen hierzu standen im Mittelpunkt einer bundesweit angelegten Erhebung von Innenentwicklungspotenzialen, die das IÖR in Kooperation mit dem Planungsbüro „Projektgruppe Stadt und Entwicklung Ferber, Graumann und Partner“ im Rahmen des BMVBS/BBSR-Forschungsvorhabens „Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme – Innenentwicklungspotenziale“¹ durchgeführt hat. Das Vorhaben umfasst die Konzeption und die Durchführung einer bundesweiten repräsentativen Erhebung und regionalisierten Auswertung von Innenentwicklungspotenzialen (IEP) sowie die Erarbeitung von Grundlagen und Konzepten für eine Verstetigung eines bundesweiten Monitorings von Innenentwicklungspotenzialen, auch unter Berücksichtigung neuer Daten-Quellen und automatisierter Verfahren. Im vorliegenden Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse aus der Befragung vorgestellt. Schwerpunkt bildet dabei die Ermittlung und Validierung der Quantitäten von Innenentwicklungspotenzialen in Deutschland.

2 Begriffe

Zentral für das durchgeführte Vorhaben waren Festlegungen darüber, wie „Innen“ abzugrenzen ist, welches Verständnis von Potenzial zugrunde gelegt wird und welche Flächentypen betrachtet werden. Die Abgrenzung von „Innen“ erfolgte mit Blick auf die Befragung in enger Anlehnung an planungsrechtliche Kriterien: „Öffentliche und private Flächen in gewachsenen Siedlungsgebieten (im Zusammenhang bebaute Ortsteile nach § 34 sowie B-Plangebiete nach § 30 BauGB). Arrondierungsflächen zählen nicht zu den Innenentwicklungspotenzialen“.

Für die Konzeption und Durchführung einer bundesweiten Erfassung von IEP war es essentiell, sich auf klar definierbare und einfach erfassbare Flächentypen zu beschränken. Brachen, Baulücken und Nachverdichtungspotenziale decken den wesentlichen Teil denkbarer Innenentwicklungsmaßnahmen innerhalb der hier verwendeten Abgrenzung von „Innen“ ab, lassen sich vergleichsweise einfach abgrenzen. Sie wurden wie folgt definiert:

Brachflächen wurden als ungenutzte oder zwischengenutzte ehemals baulich genutzte Flächen, z. B. Industriebrachen, Konversionsbrachen, Infrastruktur- und Verkehrsbrachen, Gewerbebrachen, Wohnbrachen, Gebäudeleerstand, leer stehende Althofstellen und Kultur- und Sozialbrachen, definiert.

Baulücken sind unbebaute, aber bebauungsfähige Flächen (Einzelgrundstücke sowie wenige zusammenhängende Grundstücke), die in gewachsenen bzw. neu entwickelten Siedlungsgebieten liegen.

¹ Das Vorhaben erstreckt sich über eine Laufzeit von 09/2011 bis 09/2013. Die Ergebnisse hierzu werden in einem Abschlussbericht dokumentiert.

Nachverdichtungspotenziale befinden sich auf Grundstücken, die bereits bebaut sind, jedoch über weitere bebaubare Freiflächenpotenziale verfügen. Beispiele hierfür sind Zweite-Reihe-Bebauung, Innenhofbebauung sowie Ergänzungsbauten; in Wohn-, Misch- oder Gewerbegebieten.

Da Nachverdichtungspotenziale eine planerische Abwägung voraussetzen, wurden diese nicht in die Befragung aufgenommen. Sie waren jedoch ein Bestandteil im Projektstrang der automatisierten Verfahren, die hier nicht thematisiert werden (s. o.).

Gefragt wurde nach dem „**theoretischen Potenzial**“, das alle Flächen innerhalb des Siedlungsbestandes umfasst, die Raum für Innenentwicklung bieten können, unabhängig von deren Marktverfügbarkeit und konkreten Nutzungsabsichten.

3 Befragungskonzept und -umsetzung

Die Befragung wurde als standardisierte Online-Befragung unter einer im Sinne des Forschungsinteresses repräsentativen Stichprobe von rd. 10 % aller deutschen Städte und Gemeinden konzipiert.

Die Auswahl der zu befragenden Gemeinden orientierte sich an einer Verknüpfung von kombinierten Regions- und Gemeindetypen mit den Bundesländern. Als Basis dienten die vom BBSR entwickelten Großstadregionen ohne die äußeren Verflechtungsbereiche sowie die fünf Stadt- und Gemeindetypen des BBSR, die zum einen auf Einwohnerzahl und zum anderen auf zentralörtliche Funktionen aufbauen (Große Großstädte bis Landgemeinden; vgl. BBSR 2012, 30 ff. und 72 ff. = Schichten). Aus diesem Raster ergibt sich eine Matrix von 128 Zellen (8 Typen x 16 Bundesländer), die in insgesamt 98 Zellen besetzt sind. Abhängig von der Anzahl der Kommunen je Gemeindetyp wurden unterschiedliche Stichprobenquoten angesetzt. Die zu befragenden Städte und Gemeinden wurden per Zufall ausgewählt.

Die Online-Befragung erfolgte mittels des Befragungsportals www.soscisurvey.de. Sie wurde am 29.06.2012 gestartet und am 15.10.2012 beendet. Es wurden insgesamt 1 315 Städte und Gemeinden per E-Mail angeschrieben. Hieraus konnten 451 verwertbare Fragebögen gewonnen werden (Rücklauf- oder Ausschöpfungsquote: 34 %). Der übliche Standard von Stichprobenerhebungen wurde damit hinsichtlich einer notwendigen Fallzahl für eine quantitative Repräsentativität übertroffen (Stichprobenfehler: 5 %; Sicherheitsgrad: 95 % nach Rinne (2003, 457)). Alle 15 Großstädte in Deutschland mit mehr als 450 000 Einwohnern haben an der Befragung teilgenommen. Mit dieser Datengrundlage sind Aussagen für Deutschland insgesamt, aber z. B. auch nach Gemeindetypen (Schichten), Gemeindegrößenklassen oder Bundesländergruppen möglich. Die disproportionale Schichtung der Stichprobe macht allerdings ein Gewichtungsverfahren für regionale oder gesamtdeutsche Auswertungen notwendig (Kromrey 2000, 283 ff.; Gabler 2004, 131).

4 Ausgewählte Ergebnisse

4.1 Erfassungsaktivitäten in den Städten und Gemeinden

Alle großen Großstädte gaben an, dass sie bereits ihre Innenentwicklungspotenziale erfassen (Abb. 1). In den kleineren Großstädten sind es zwar nur etwa zwei Drittel, jedoch plant ein weiteres Viertel den Aufbau einer Erfassung von Innenentwicklungspotenzialen. Werden große und kleine Großstädte zusammen betrachtet, findet in drei Viertel der Großstädte in Deutschland bereits eine Erfassung von Innenentwicklungspotenzialen statt. Von den Mittelstädten erfassen heute mehr als die Hälfte ihre Innenentwicklungspotenziale. Nach Umsetzung der Planungen würden sie zu den Großstädten leicht aufholen. Dagegen werden in etwa nur einem Drittel der Kleinstädte und weniger als einem Viertel der Landgemeinden Innenentwicklungspotenziale erhoben. Auch hier sind häufig entsprechende Ausweitungen der Aktivitäten geplant, sodass nach Umsetzung die Zahl der erfassenden Kommunen jeweils um ca. ein Viertel steigen würde. Besonders verbreitet sind Erfassungen von Innenentwicklungspotenzialen in den Bundesländern Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg sowie Nordrhein-Westfalen. In ost- und norddeutschen Bundesländern sind die Erfassungsaktivitäten eher noch gering, sodass ein West-Ost- sowie Süd-Nord-Erfassungsgefälle besteht.

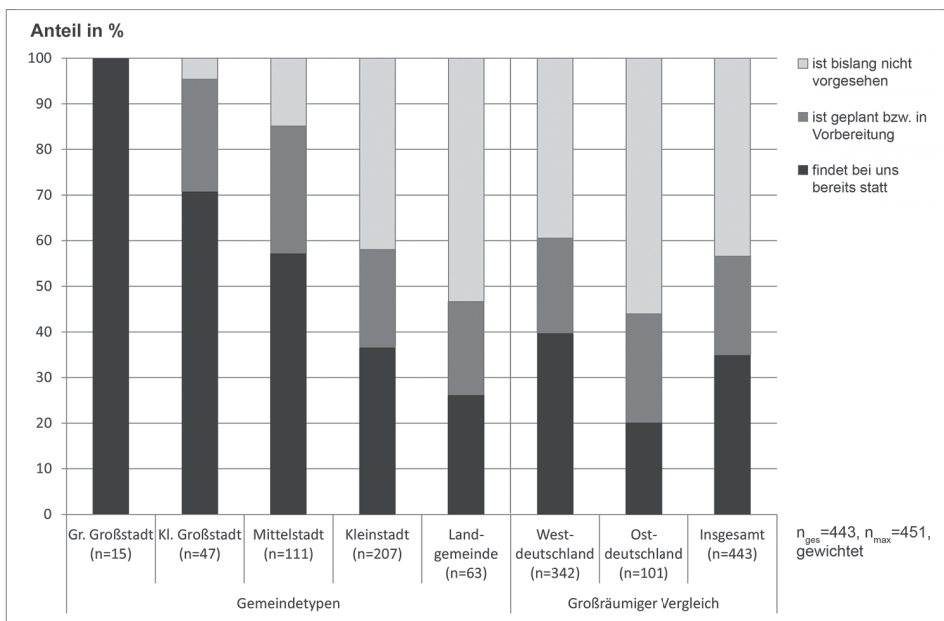


Abb. 1: Erfassungsaktivitäten von Städten und Gemeinden in Deutschland („Die Erfassung von Innenentwicklungspotenzialen...“) (Quelle: IEP-Befragung 2012, Berechnungen des IÖR im Auftrag des BBSR/BMVBS)

Von den erfassenden Kommunen sehen sich nicht alle in der Lage, die Daten regelmäßig fortzuschreiben. Nur in weniger als der Hälfte der erfassenden Kommunen erfolgt eine regelmäßige Fortschreibung.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Erfassung von Innenentwicklungspotenzialen gegenwärtig vor allem von Groß- und Mittelstädten betrieben wird. In Kleinstädten und Landgemeinden gibt es zwar absehbar Fortschritte, jedoch ist der Anteil der Kommunen, die das IEP erfassen, noch gering. Dies erklärt, warum viele der befragten Städte und Gemeinden beim Beantworten des Fragebogens auf Schätzungen zurückgegriffen haben (über 70 %). Nur ein Fünftel der in der Befragung gemachten quantitativen Angaben bezieht sich auf „vorliegenden Daten“. Dies hat Konsequenzen für die Qualität der Angaben (s. u.).

4.2 Quantitäten von Innenentwicklungspotenzialen

Neben dem hohen Anteil geschätzter Angaben machten Plausibilitätsprüfungen deutlich, dass es Indizien für Fehlerfassungen in den Befragungsergebnissen gibt, denen nachzugehen war. Auch die durchgeführten Tiefeninterviews bestätigten diesen Verdacht. Folgende Hauptgründe kristallisierten sich dabei heraus:

- statistische Ausreißer,
- unvollständige Daten,
sachliche Unvollständigkeit (z. B. nur Wohnen, nur Brachen etc.),
räumliche Unvollständigkeit (z. B. nur Hauptort),
Mindestflächengrößen (keine Erfassung von kleinen Flächen),
- Begriffsverständnis,
- strategische Falschangaben,
- Fehleinschätzungen der Potenziale.

In den Befragungsdaten konnten insgesamt 131 konkrete Verdachtsfälle auf Über- und Unterschätzung identifiziert werden (ohne Berücksichtigung von Mindestflächengrößen). Die übergroße Mehrheit stellen Verdachtsfälle auf Unterschätzung dar.

Ziel der Datenprüfungen und -korrekturen war es, die Validität soweit abzusichern, dass ein Mindestwert von Innenentwicklungspotenzialen in Deutschland abgeschätzt werden kann. Im Vordergrund stand dabei die Korrektur der Gesamtstichprobe. Die Prüfungen und Korrekturen standen unter der Prämisse, dass eine Überschätzung durch Korrekturen ausgeschlossen sein muss.

Prüfung und Korrektur der Einzelfälle erfolgte in zwei Schritten. 1. Die Prüfung anhand weiterer vorliegender Daten im Fragebogen bzw. anhand der erneuten Kontaktaufnahme

mit den Kommunen. 2. Die Prüfung anhand von Luftbildern bei „Verdachtsgemeinden“ (z. B. sehr geringer IEP-Wert oder direkte Hinweise aus den Freitextangaben).

Insgesamt konnten von den 131 Verdachtsfällen auf Fehlerfassung 74 Fälle korrigiert werden. In 29 Fällen bestätigten sich die Angaben. In 28 Fällen war eine Korrektur aufgrund fehlender Daten nicht möglich. Zum Beispiel konnten Hinweise zu einem unterschiedlichen Begriffsverständnis nicht quantifiziert und damit korrigiert werden. Strategische Falschangaben konnten anhand der standardisierten Befragung nicht nachgewiesen werden.

Den größten Einfluss auf das Gesamtergebnis hat die Korrektur der extremen Ausreißer nach oben. Keiner der elf extremen Ausreißer, die einen IEP-Wert von mehr als 50 % der Gebäude- und Freifläche aufwiesen, konnte bestätigt werden. Häufigster Grund waren Umrechnungsfehler um Faktor 10 sowie die Eingabe eines falschen Gemeindegeschlüssels (und damit einer falschen Zuordnung amtlicher Daten). Werte unter 32 % IEP je Gebäude- und Freifläche konnten als plausibel bestätigt werden. Bei den „Ausreißern nach unten“, d. h. bei Gemeinden mit weniger als 1 % IEP je Gebäude- und Freifläche, konnten anhand der Luftbildprüfung nur in wenigen Ausnahmefällen Kommunen ohne IEP bestätigt werden. Es handelt sich dabei um kurze Straßendörfer oder um Streusiedlungen, bei denen die Abgrenzung eines geschlossenen Siedlungskörpers schwer möglich war. Bei Werten über 0,5 % der Gebäude- und Freifläche wurden erste Werte bestätigt. Trotz des relativ hohen Aufwandes der Prüfung haben die (sehr vorsichtigen) Korrekturen durch Luftbildauswertungen nur einen geringen Einfluss auf das Gesamtergebnis. Nach Abschluss der Datenprüfung von Einzelfällen verringert sich das Ergebnis von ca. 16 m² (ungeprüfte Eingabewerte) auf 14 m² IEP je Einwohner (vgl. Abb. 2).

Über diese fallkonkreten Korrekturannahmen hinaus sind noch weitere Korrekturschätzungen möglich, z. B. anhand von Vergleichswerten valider(er) Teilgruppen oder mittels Referenzdaten (z. B. Daten regionaler Studien). Die Schätzungen werden jedoch durch zunehmend pauschalere Annahmen unsicher. Mit vorsichtigen Annahmen lassen sich jedoch mögliche Obergrenzen ausloten.

Eine weitgehend abgesicherte Korrekturschätzung ist die Kompensation der Flächen, die durch das Abschneidekriterium „Mindestflächengröße“ (soweit angegeben) bei der Hochrechnung nicht berücksichtigt werden. Dies erfolgte unter der Annahme, dass die Grundstücke, auf denen IEP vorliegen, dieselbe Größenverteilung aufweisen wie die Gesamtheit der innerörtlichen Grundstücke einer Gemeinde. Unter Verwendung vorliegender Angaben aus der ALK Sachsen wurden entsprechende Korrekturfaktoren ermittelt. Der mittlere Korrekturfaktor liegt beispielsweise bei 1,07 (Erfassungsgrenze 500 m²) oder 1,72 (Erfassungsgrenze 2 000 m²). Diese Faktoren sind im Vergleich zu den Erkenntnissen aus vorliegenden regionalen Studien eher konservativ. In einer Studie für

die (ländliche) Region Ostwürttemberg betrug der Faktor bei einer Mindestflächengröße von 2 000 m² im Mittel 2,8 (eigene Berechnung nach Elgendy et al. 2011, 10). Das heißt, wenn alle Gemeinden Flächen unterhalb 2 000 m² nicht erfassen würden, beliefe sich der erfasste IEP-Wert bei nur der Hälfte bis zu einem Drittel der Gesamtpotenziale. Der Vergleich der IEP-Werte der IÖR-Stichprobe mit aggregierten Daten der Raum+Studie 2010 für Rheinland-Pfalz bestätigt dies. In dieser Studie wurden nur Flächen ab 2.000 m² berücksichtigt. Die Auswertung ergab für vergleichbare Gemeindetypen etwa doppelt so hohe IEP-Werte wie die definitorisch vergleichbaren Potenziale in der Raum+Erfassung. Die Kommunen sind demnach in hohem Maße der Definition der Befragung gefolgt. Die Tiefeninterviews bestätigen diesen Befund.

Durch die Korrekturschätzung der 52 Kommunen mit angegebenen Mindestflächen-größen erhöht sich das Gesamtergebnis von 14 m² auf 15 m² IEP je Einwohner. Dieser Wert kann als Mindestgröße für das IEP auf Brachflächen und Baulücken in Deutschland angesehen werden. Hochgerechnet ergibt dies eine Fläche von ca. 120 000 ha oder 5 % der Gebäude- und Freifläche.

Zur Abschätzung einer Obergrenze von IEP auf Brachen und Baulücken wurde eine weitere Schätzung anhand des Vergleichs des Kriteriums „geschätzter“ vs. „vorliegender“ Daten durchgeführt („Korrektur Unterschätzung“ in Abb. 2).

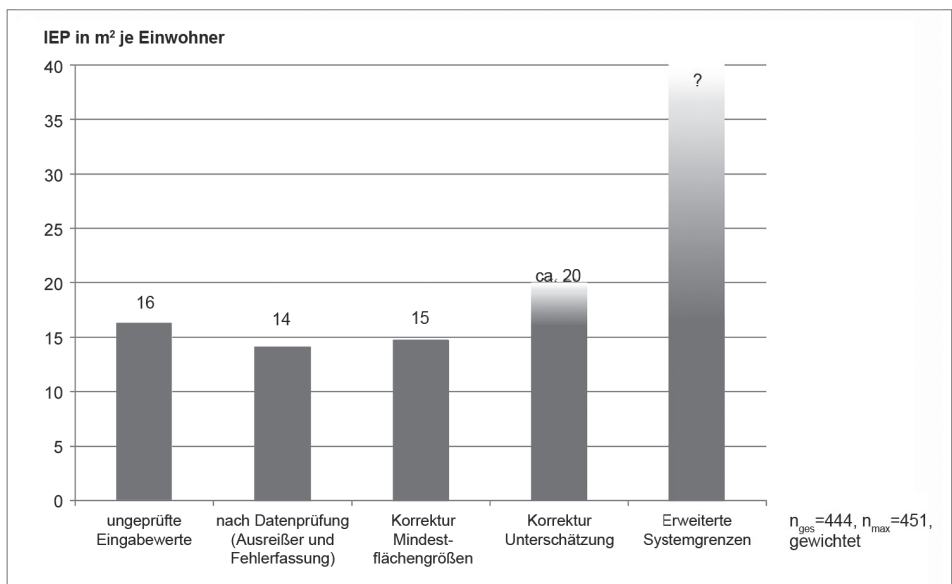


Abb. 2: Höhe der Innenentwicklungspotenziale auf Brachen und Baulücken in Deutschland nach Datenprüfung und Korrekturschätzungen („Erweiterte Systemgrenzen“ betrachtet darüber hinaus weitere Potenziale) (Quelle: IEP-Befragung 2012, Berechnungen des IÖR im Auftrag des BBSR/BMVBS)

Geschätzte Daten bilden insbesondere in den Kleinstädten wesentlich niedrigere IEP ab als vorliegende Daten, sodass hier die Annahme einer systematischen Unterschätzung naheliegt, was in den Tiefeninterviews bestätigt werden konnte. Durch die pauschale Korrektur der Unterschätzung durch „geschätzte Daten“ der Kommunen an das Niveau der Kommunen mit „vorliegenden Daten“ erhöht sich der IEP-Wert auf ca. 20 m² je Einwohner. Dieser Wert kann als Obergrenze von IEP auf Brachflächen und Baulücken in Deutschland interpretiert werden. Hochgerechnet beträgt die Flächengröße ca. 165 000 ha in Deutschland oder 7 % der Gebäude- und Freifläche.

Bei Erweiterung der Systemgrenzen um weitere Flächenkategorien über Baulücken und Brachen hinaus, die in der Befragung unberücksichtigt bleiben mussten, da sie hohen Erfassungsaufwand oder einer planerischen Abwägung bzw. Bewertung bedürfen², ist nach Einschätzung³ der Autoren eine weitere Verdopplung des oberen Wertes nicht auszuschließen. Diese Größenordnung ist jedoch für die Bundesrepublik Deutschland statistisch nicht abgesichert.

Regional unterscheiden sich die Potenziale (Mindestwert) deutlich. In Ostdeutschland liegt der Wert bei 22 m² je Einwohner, in Westdeutschland bei 13 m². Bei den einwohnerbezogenen Werten zeigt sich ein deutliches Land-/Stadt-Gefälle. Landgemeinden weisen mit über 25 m² je Einwohner die höchsten spezifischen Werte auf. Dieser Wert sinkt mit der Stadtgröße bis auf einen Wert von ca. 9 m² je Einwohner in großen Großstädten.

5 Fazit

Mit der vorgestellten Befragung und darauf aufbauenden Schätzungen und Hochrechnungen konnte erstmals eine repräsentative und regionalisierbare Datengrundlage zu Innenentwicklungspotenzialen in Deutschland geschaffen werden. Das Erhebungskonzept hat sich somit grundsätzlich bewährt. Die Erhebung konnte als Online-Befragung mit einem angemessenen Aufwand umgesetzt werden. Dieses Verfahren und die Schichtung erlaubten die Kontrolle des Rücklaufes. Plausibilitätskontrollen sind möglich und aufgrund der heterogenen Datenqualität auch zwingend notwendig. Die Größenordnungen der Innenentwicklungspotenziale können durch regionale Studien grundsätzlich bestätigt werden. Allerdings werden die Daten tendenziell unterschätzt, was insbesondere bei Kommunen der Fall ist, die weniger auf „vorliegende Daten“ zurückgreifen können. Grenzen bestehen hinsicht-

² Zum Beispiel mögliche Brachflächen, Brachflächen mit Restnutzung, Umnutzungsflächen, Nachverdichtungspotenziale, geringfügig genutzte Flächen, untergenutzte Flächen, falsch genutzte Flächen etc.

³ Die Einschätzung basiert auf der Annahme, dass die Proportionen zwischen IEP auf Brachflächen und Baulücken und weiterer Innenentwicklungspotenziale nach regionalen Studien auch für die gesamte Bundesrepublik Deutschland zutreffen. Spannweite des Faktors für weitere Potenziale liegt (je nach Berücksichtigung und Definition) zwischen 1,3 und 2,7 (eigene Berechnungen auf Basis folgender Daten: IEP-Erhebung Landkreis Bad Kissingen (Landkreis Bad Kissingen, 2010, 6); Raum+ 2010 Rheinland-Pfalz (ProRaum Consult 2012), Komreg Freiburg (Müller-Herbers, Kauertz 2010, 156).

lich des Begriffsverständnisses. Es gibt Hinweise, dass Innenentwicklungspotenziale in den befragten Kommunen unterschiedlich definiert werden. Je nach Begriffsverständnis können sich unterschiedliche Quantitäten daraus ergeben. Daran knüpft auch die Berücksichtigung von theoretischem und planerischem Potenzial an. Generell sind in der mittelfristigen kommunalen Planung vor allem das planerisch sinnvolle sowie mobilisierbare Potenzial von Bedeutung. Auf übergeordneten Planungsebenen ist dagegen zunehmend das theoretische Potenzial von Interesse, welches die Grenzen der Beeinflussung mit der Gestaltung von Rahmensetzungen markiert. Strategien zur Unterstützung zukünftiger Aktivitäten der Erfassung von IEP sollten trotz der Unterschiedlichkeit der Anforderungen auf einheitliche Mindeststandards hinwirken. Dies betrifft die Konventionen zu den zentralen Begriffen, mit denen IEP beschrieben werden, wie auch Konventionen zu Mindestinhalten sowie Mindestanforderungen der Datenhaltung, die langfristig ein effektives Datenmanagement über die Planungsebenen hinweg ermöglicht und zumindest für einen Kernbestand die Vergleichbarkeit über die verschiedenen Planungsebenen hinweg herstellt.

6 Literatur

- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung (2012): Raumabgrenzungen und Raumtypen des BBSR. In: Analysen Bau. Stadt Raum, Band 6. Bonn.
- Elgendy, H.; Bodmer, S.; Michels, S. (2011): Fläche gewinnen in Ostwürttemberg. Erhebung und Bewertung des Siedlungsflächenpotenzials für eine zukunftsfähige Entwicklung der Städte und Gemeinden. Im Auftrag des Regionalverbandes Ostwürttemberg.
- Gabler, S. (2004): Gewichtungprobleme in der Datenanalyse. In: Diekmann, A. (Hrsg.): Methoden der Sozialforschung. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie. Sonderheft 44/2004, 128-147.
- Kromrey, H. (2000): Empirische Sozialforschung. 9. Auflage. Opladen.
- Landkreis Bad Kissingen (Hrsg.) (2010): Mitten im Ort – mitten im Leben. Flächenmanagement und Ortskernentwicklung im Landkreis Bad Kissingen. Handreichung für Kommunen.
- Müller-Herbers, S.; Kauertz, C. (2010): Innenentwicklungspotenziale auf kommunaler und regionaler Ebene – Ermittlung des realisierbaren Potenzials. In: Frerichs, S.; Lieber, M.; Preuß, T. (2010): Flächen- und Standortbewertung für ein nachhaltiges Flächenmanagement – Methoden und Konzepte. Beiträge aus der REFINA-Forschung, Reihe REFINA, Band V.
- ProRaum Consult (2012): Sonderauswertung Raum+ Rheinland Pfalz 2010.
- Rinne, H. (2003): Taschenbuch der Statistik, 3. Auflage. Frankfurt am Main.

Indikatoren

Zerschneidung und Zersiedelung im Rahmen der Landschaftsbeobachtung Schweiz

Christian Schwick, Felix Kienast, Jochen Jaeger

Zusammenfassung

Mit dem Programm „Landschaftsbeobachtung Schweiz“ (LABES) existiert ein umfassendes Monitoring der Landschaftsqualität der Schweiz. Im Rahmen von LABES werden der Zustand und die Entwicklung der Landschaft in der Schweiz anhand von 34 Indikatoren ermittelt. Diese LABES-Indikatoren sind auf die Umweltberichterstattung des Bundes sowie auf die Berichterstattung der europäischen Umweltagentur (EUA) abgestimmt. Zusammenfassungen der LABES-Ergebnisse werden laufend aktualisiert und sind auf der Website des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) einsehbar (www.bafu.admin.ch). Stellvertretend für diese Indikatoren werden die Landschaftszerschneidung und die Landschaftszersiedelung vorgestellt.

Die Zerschneidung eignet sich als Indikator für den Landschaftscharakter und für die Gefährdung der Arten und Lebensräume. Um den Grad der Landschaftszerschneidung zu messen wurde die Messgröße der „effektiven Maschenweite“ (m_{eff}) verwendet (Jaeger 2000). Für die Gesamtschweiz lag der Wert der effektiven Maschenweite im Jahr 1980 bei 140 km². Bis zum Jahr 2007 war er auf 104 km² gesunken. Dies entspricht in den 21 Jahren von 1980-2001 einer Abnahme von 26 km².

Die Zersiedelung ist nicht nur von der beanspruchten Fläche der Siedlungen, sondern auch von ihrer Streuung und der Einwohner- und Arbeitsplatzdichte (Ausnützung des beanspruchten Bodens) abhängig. Als neue Messgröße zur Charakterisierung der Zersiedelung wurde das Maß der „gewichteten Zersiedelung“ (Z) entwickelt (Schwick et al. 2010). Die Zersiedelung in der Schweiz hat zwischen 1935 und 2010 um 184 % zugenommen. Zwischen 1980 und 2002 stieg die Zersiedelung langsamer an, seitdem jedoch wieder schneller.

1 Landschaftsbeobachtung Schweiz

Für eine Steuerung und eine nachhaltige Entwicklung der Landschaft ist es notwendig, die Landschaftsqualitäten regelmäßig zu beobachten und zu vergleichen. Dieses Ziel verfolgt das schweizerische Bundesamt für Umwelt (BAFU) mit dem Programm „Landschaftsbeobachtung Schweiz“ (LABES).

Mit dem Programm LABES wird ein umfassendes Monitoring der Landschaftsqualität Schweiz aufgebaut und der Zustand sowie die Entwicklung der Landschaft in der Schweiz anhand von 34 Indikatoren ermittelt. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit

erfolgt die Publikation der Ergebnisse in zwei Serien. Die erste Serie von LABES schloss mit dem Zustandsbericht 2010 ab (Roth et al. 2010). Sie umfasste 18 Indikatoren, die auf bereits vorhandenen Daten basieren. Die Resultate zu den restlichen 16 Indikatoren werden in einem zweiten Zustandsbericht im September 2013 publiziert (Kienast, Frick 2013). Die im Rahmen des LABES erfassten Indikatoren sollen dabei insbesondere die folgenden Punkte erfüllen (Roth et al. 2010):

- Repräsentatives Bild der Landschaft
- Aufteilung der Indikatoren auf möglichst viele landschaftsrelevante Themen
- Veränderungen der Umwelt und der menschlichen Aktivitäten wirken sich auf den Indikator aus
- Keine ähnlichen oder redundanten Indikator
- Wissenschaftlich fundiert
- Eindeutige Interpretation möglich

Die LABES-Indikatoren sind abgestimmt auf die Umweltberichterstattung des Bundes sowie auf die Berichterstattung der europäischen Umweltagentur (EUA). Kurzfassungen der LABES-Ergebnisse werden laufend aktualisiert und sind auf der Website des BAFU einsehbar (www.bafu.admin.ch). Stellvertretend für alle diese Indikatoren werden in den zwei folgenden Kapiteln die Landschaftszerschneidung und die Landschaftszersiedelung vorgestellt.

2 Landschaftszerschneidung

Der Zerschneidungsgrad eignet sich als Indikator für den Landschaftscharakter und für die Gefährdung der Arten und Lebensräume (LABES-Indikator 9a). Hochklassige Straßen sind starke Trennelemente in der Landschaft. Zu großen Teilen sind sie für Mensch und Tier absolute Barrieren (z. B. eingezäunte Autobahnen und Hochgeschwindigkeitslinien der Eisenbahn) oder aber schwer überwindbare Hindernisse mit einer beträchtlichen Verkehrsfrequenz. Straßen 3. und 4. Klasse sind von ihrer Trennwirkung her nicht mit den hochklassigen Straßen vergleichbar. Bei ihnen fehlt die Einzäunung und die typische Frequenz des motorisierten Verkehrs ist bedeutend geringer. Trotzdem zerschneiden auch niedrigklassige Straßen die Landschaft, erhöhen die Belastung mit Lärm und Abgasen, erhöhen die Mortalität für Tiere (z. B. für Amphibien) und verringern deren Habitatfläche und Habitatqualität.

Die meisten Straßenkilometer entfallen in der Schweiz auf Straßen 3. und 4. Klasse. Damit sind sie hauptverantwortlich für die Feinerschließung des Raumes. Von großer Bedeutung ist, dass mit der heutigen, stark mechanisierten Land- und Forstwirtschaft nur noch Flächen bewirtschaftet werden, die durch Straßen erschlossen sind. Dies fördert den Bau neuer niedrigklassiger Straßen und führt zu einer weiteren Fragmentierung

der Landschaft. Landschaftszerschneidung bedeutet auch das Zerreißen von gewachsenen landschaftstypologischen und ökologischen Zusammenhängen zwischen räumlich verbundenen Bereichen der Landschaft, z. B. das Zerteilen von Erholungsgebieten und Lebensräumen. Sie verändert nachhaltig das Landschaftsbild. Die Erholungsqualität der Landschaft wird zudem durch Lärm und Luftbelastungen vermindert.

2.1 Effektive Maschenweite

Um den Grad der Landschaftszerschneidung zu messen wurde die Messgröße der „effektiven Maschenweite“ (m_{eff}) verwendet (Jaeger 2000). Sie drückt die Wahrscheinlichkeit aus, dass zwei zufällig gewählte Punkte in einem Gebiet verbunden sind, d. h. nicht durch Barrieren wie Verkehrswege oder Siedlungen getrennt sind. Je mehr Trennelemente die Landschaft zerschneiden, desto geringer ist diese Verbindungswahrscheinlichkeit und umso kleiner ist die effektive Maschenweite. Damit die Werte von verschiedenen Räumen miteinander verglichen werden können, wird diese Verbindungswahrscheinlichkeit mit der Gesamtgröße des untersuchten Gebiets in eine Flächengröße – die effektive Maschenweite – umgerechnet. Die effektive Maschenweite wird in Quadratkilometern angegeben. Diese Fläche gibt die Größe der „Maschen“ eines regelmäßigen Netzes mit dem gleichen Zerschneidungsgrad an (siehe Abb. 2).

Im Indikator 9a werden als Trennelemente bei den Straßen Autobahnen und Autostraßen sowie Straßen 1. bis 4. Klasse berücksichtigt. Weitere Trennelemente sind alle Eisenbahnlinien, Siedlungen, das Hochgebirge oberhalb von 2 100 Metern sowie Seen und Flüsse. Zur Berechnung der effektiven Maschenweite werden nur diese Flächen im jeweiligen Auswertungsraum berücksichtigt, die auch tatsächlich zerschnitten werden können. Flächen oberhalb von 2 100 Metern, Flüsse und Seen werden somit aus dem Bezugsraum ausgeschieden (Zerschneidungsgeometrie „Landflächen unterhalb 2 100 m“ nach Bertiller et al. 2007). Dies ermöglicht eine bessere Vergleichbarkeit der Auswertungsräume untereinander, da hier die großen unzerschnittenen Flächen in den Hochalpen und die Seen im Mittelland die Werte der effektiven Maschenweite in diesen Teilregionen nicht beeinflussen.

2.2 Resultate Schweiz nach biogeographischen Regionen

Für die Gesamtschweiz lag der Wert der effektiven Maschenweite im Jahr 1980 bei 140,33 km² und 2001 bei 113,05 km² (Roth et al. 2010). Bis zum Jahr 2007 war er auf 103,85 km² gesunken (Zerschneidungsgeometrie in Abb. 1). Dies entspricht in den 21 Jahren von 1980-2001 einer Abnahme von 27,28 km² (19,44 % oder 0,93 % pro Jahr), in den sechs Jahren von 2001-2007 einer Abnahme von 9,2 km² (-8,14 % oder 1,36 % pro Jahr). Insgesamt hat die effektive Maschenweite zwischen 1980 und 2007 um 36,48 km² oder 26 % abgenommen.

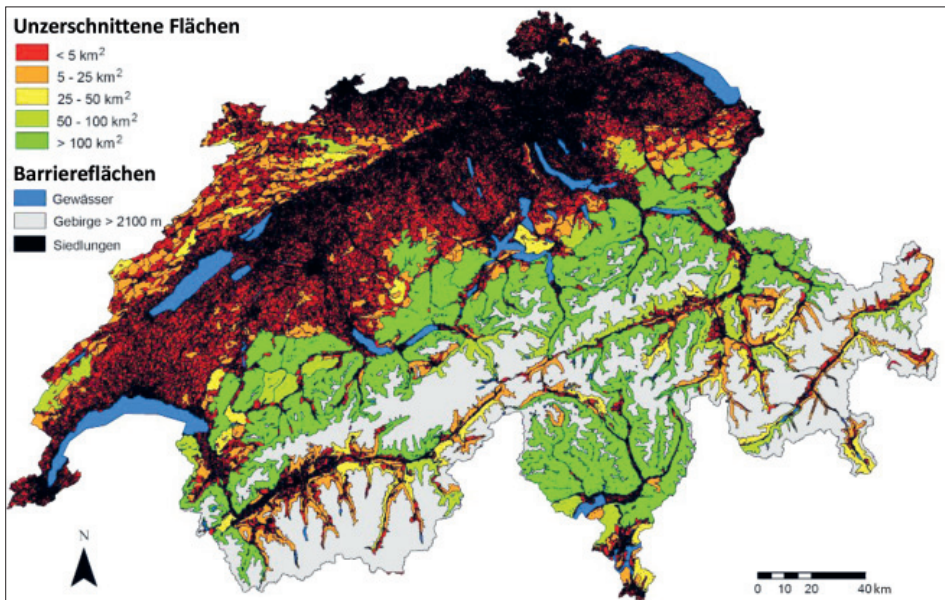


Abb. 1: Zerschneidungsgeometrie der Schweiz für das Jahr 2007 unter Berücksichtigung von Straßen bis 4. Klasse (Barriereflächen: Hochgebirge > 2100 Meter, Seen, Flüsse und Siedlungen (Quelle: Roth et al. 2010)

Innerhalb der fünf biogeographischen Regionen der Schweiz lassen sich sehr deutliche Unterschiede feststellen (Abb. 2). Die höchsten Werte der effektiven Maschenweite finden sich in den drei biogeographischen Regionen der Alpensüdflanke, der Alpennordflanke und der Zentralalpen. Ihre Werte liegen jeweils um etwa 100 km² auseinander. Ein etwa zehnmal geringerer Wert der effektiven Maschenweite lässt

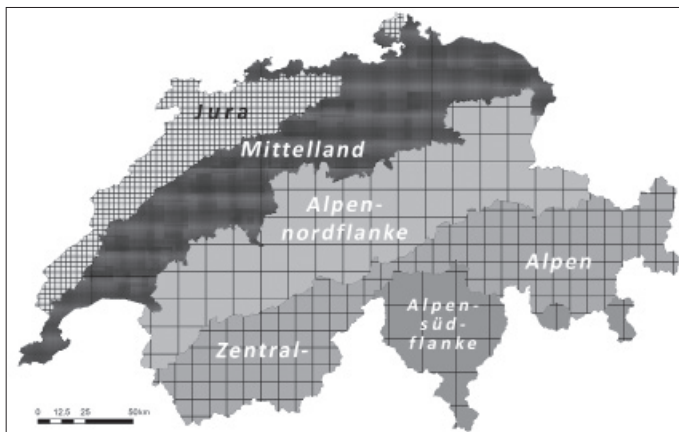


Abb. 2: Schematische Darstellung der effektiven Maschenweite in den fünf biogeographischen Regionen der Schweiz für das Jahr 2007 unter Berücksichtigung von Straßen bis 4. Klasse (Quelle: Roth et al 2010)

sich in der biogeographischen Region des Jura feststellen. Der Jura seinerseits hat einen Wert der effektiven Maschenweite, der zehn Mal höher liegt als derjenige im Mittelland. Die effektive Maschenweite im Mittelland ist mit 0,8 km² so gering, dass die Darstellung als Gitternetz fast nur noch als schwarze Fläche erscheint (Abb. 2). Die Rangfolge der Regionen bezüglich ihres Wertes der Zerschneidung haben sich im Untersuchungszeitraum 1980-2007 nicht verändert.

3 Landschaftszersiedelung

Die steigenden Bedürfnisse nach Fläche, Nahrung und erneuerbarer Energie stehen miteinander in Konkurrenz um Land und Boden; sie können durch keine Form der Anpassung umgangen werden. Die alarmierende Verknappung von Land und fruchtbarem Boden in der Schweiz wird immer noch unterbewertet. Die starke räumliche Trennung von Arbeiten, Wohnen und Freizeit fördert die Zersiedelung der Landschaft und macht das Siedlungs- und Verkehrssystem umso weniger nachhaltig und umso verletzbarer, je stärker die Zersiedelung voranschreitet. Eine wirksame Eindämmung der Zersiedelung verringert die Gefahr eines weiteren Anstiegs des Landschaftsverbrauchs, erhöhter Abhängigkeit von angeeigneter Tragekapazität, steigenden Energieverbrauchs und höherer Infrastrukturkosten. Je mehr Siedlungen und je verstreuter sie in Zukunft sein werden, umso teurer wird es, die Infrastruktur zu ihrer Versorgung aufrecht zu erhalten. Eine zersiedlungsarme Bauweise ist daher ökologisch und ökonomisch sinnvoll.

3.1 Gewichtete Zersiedelung

Die Zersiedelung ist nicht nur von der beanspruchten Fläche der Siedlungen, sondern auch von ihrer Streuung sowie der Einwohner- und Arbeitsplatzdichte (Ausnützung des beanspruchten Bodens) abhängig. Dies zu messen ist eine wichtige Voraussetzung für einen Indikator, der die Entwicklung der Zersiedelung darstellen soll. Als neue Messgröße zur Charakterisierung der Zersiedelung wurde das Maß der „gewichteten Zersiedelung“ (Z) entwickelt (Schwick et al. 2010). Die Messgröße der Zersiedelung setzt sich aus drei Anteilen zusammen:

*Zersiedelung = Urbane Durchdringung * Gewichtung (Dispersion) * Gewichtung (Flächeninanspruchnahme)*

oder

$$Z = UP * G_1(DIS) * G_2(FI)$$

Die drei verwendeten Messgrößen zur Ermittlung der Zersiedelung sind folgendermaßen definiert (Jaeger et al. 2008; Schwick et al. 2010):

Urbane Durchdringung (*UP* = urban permeation) wird in Durchsiedlungseinheiten pro m^2 Landschaft angegeben (abgekürzt: DSE/m^2). *UP* misst nicht nur, wie groß die Siedlungsfläche ist, sondern auch, wie stark gestreut sie ist. Landschaften unterschiedlicher Größe können direkt miteinander verglichen werden.

Dispersion: Die Streuung der Siedlungsflächen wird als Dispersion (*DIS*) bezeichnet und in Durchsiedlungseinheiten pro m^2 Siedlungsfläche gemessen. Die Messgröße verwendet die Distanzen zwischen je zwei Punkten, die innerhalb von Siedlungsflächen liegen. Je weiter voneinander entfernt diese Punkte sind, desto höher ist ihr Beitrag zur Dispersion. Die Gewichtung der Dispersion bezweckt, dass Gebiete, in denen die Siedlungsflächen stärker gestreut sind, durch höhere Werte der Zersiedelung besser erkennbar werden. Umgekehrt werden Gebiete, in denen die Siedlungsflächen kompakt angeordnet sind (d. h. geringe Dispersion), mit einer geringeren Gewichtung multipliziert.

Flächeninanspruchnahme: Je mehr Einwohner und Arbeitsplätze auf einer überbauten Fläche vorhanden sind, desto besser ist die Ausnützung der Fläche. Daher wird die Zersiedelung mit einem entsprechenden Faktor modifiziert. Dieser Faktor ist stets kleiner als Eins. Je kleiner die Flächeninanspruchnahme ist, desto kleiner wird dieser Faktor, in dicht besiedelten Gebieten (z. B. in den Innenstädten von Basel, Genf, Bern und Zürich) beträgt er nahezu Null. Dies entspricht dem intuitiven Verständnis, dass Innenstädte besiedelt, aber nicht zersiedelt sind.

Die Zersiedelung ist für Erholungssuchende nur bis zu einer bestimmten Distanz (z. B. Sichtweite) wahrnehmbar. Die Berechnung der Zersiedelung wird daher für jede Siedlungsfläche nur bis zu einer bestimmten Distanz – dem Beobachtungshorizont – durchgeführt. Für die Schweiz eignet sich ein Beobachtungshorizont von 2 km am besten (Jaeger et al. 2008; Schwick et al. 2010).

3.2 Resultate Schweiz nach Kantonen

Die Zersiedelung in der Schweiz hat zwischen 1935 und 2010 um 184 % zugenommen (Schwick et al. 2013). Der stärkste Anstieg der Zersiedelung erfolgte in der Periode der großflächigen Suburbanisierung zwischen 1960 und 1980 ($+0,035 \text{ DSE}/\text{m}^2/\text{Jahr}$). Zwischen 1980 und 2002 stieg die Zersiedelung langsamer an, mit einem jährlichen Zuwachs von $0,012 \text{ DSE}/\text{m}^2$. Seit dem Jahr 2002 steigt die Zersiedelung jedoch wieder stärker – jährlich um $0,032 \text{ DSE}/\text{m}^2$. Die Phase der Abschwächung ist vorbei. In allen Kantonen hat die Zersiedelung seit 1935 stark zugenommen (Abb. 3). Da sich die Werte der gewichteten Zersiedelung auf die gesamte Kantonsfläche beziehen, finden sich die geringsten Werte der Zersiedelung in Bergkantonen, die höchsten Werte in den Kantonen des Mittellandes. Die relativ niedrigen Werte der Zersiedelung in den drei Alpenregionen sind somit insofern trügerisch, als große Gebiete in den Alpen, insbesondere das Hochgebirge, Felswände, Gletscher, und Wälder, grundsätzlich nicht besiedelt werden können.

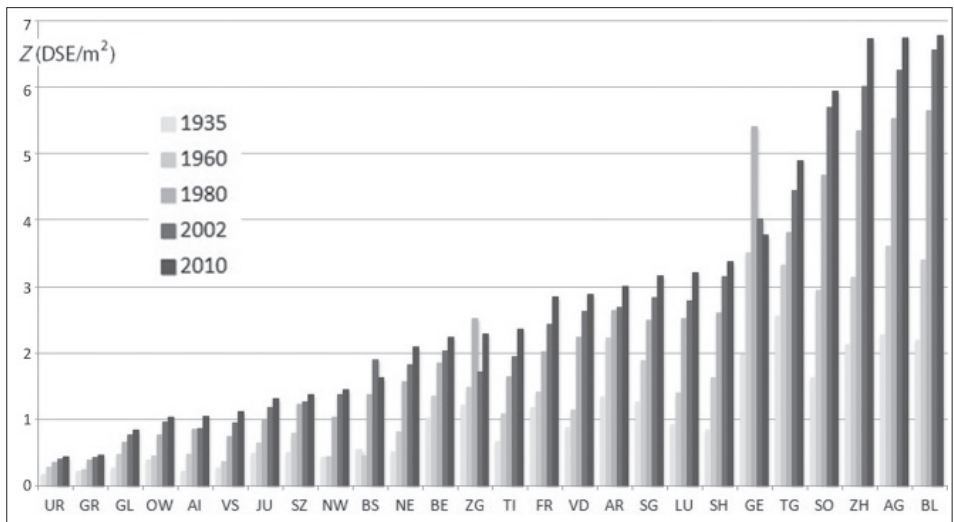


Abb. 3: Entwicklung der Zersiedelung in den Kantonen der Schweiz 1935 bis 2010 (angeordnet nach den Werten von 2010) (Quelle: Schwick et al. 2013)

Generell ist die Zersiedelung in jenen Kantonen absolut am stärksten gestiegen, die schon 1935 einen hohen Zersiedelungsgrad aufwiesen (Schwick et al. 2013). Die stärksten relativen Zunahmen mit mehr als 300 % gegenüber 1935 kennzeichnen die Kantone Neuenburg (NE), Wallis (VS) und Appenzell Innerrhodens (AI). Wie in der Schweiz insgesamt so ist folglich in den meisten Kantonen seit 2002 wieder eine besonders starke Zunahme der Zersiedelung zu beobachten. In zehn Kantonen ist die Zeitperiode von 2002 bis 2010 sogar diejenige mit der höchsten jährlichen Zunahme der Zersiedelung. Besonders stark ausgeprägt ist dies in den Kantonen Tessin (TI), Luzern (LU) und Freiburg (FR).

Nur in den zwei Kantonen Basel-Stadt (BS) und Genf (GE) erfolgte zwischen 2002 und 2010 eine Abnahme der Zersiedelung. Im Kanton Basel-Stadt ist aus topographischen Gründen praktisch keine Ausdehnung der Siedlungsflächen mehr möglich. Jede Zunahme der Einwohner und Arbeitsplätze führt hier somit zu einer höheren Ausnutzung der Fläche und damit auch zu einer Verringerung der Zersiedelung. Seit 1980 ist in Genf durch eine strikte Raumplanung eine Entkoppelung der Zersiedelung vom allgemeinen Trend in der Schweiz erreicht worden. Obwohl in Genf die Siedlungsflächen weiter angewachsen sind und somit die urbane Durchdringung weiter zugenommen hat, hat ein strenges Raumplanungsgesetz durch effektive Minimierung von Neueinzonungen eine Verringerung der Flächeninanspruchnahme pro Person bewirkt (um 14 % zwischen 1980 und 2010). Diese Verbesserung der Flächeninanspruchnahme wirkt sich deutlich auf den Wert der Zersiedelung aus, die wie sonst in keinem Kanton der Schweiz nun um 30 % unter ihrem Höchststand von 1980 liegt.

4 Literatur

- Bertiller, R.; Schwick, C.; Jaeger, J. (2007): Landschaftszerschneidung Schweiz – Zerschneidungsanalyse 1885-2002 und Folgerungen für die Verkehrs- und Raumplanung. ASTRA-Bericht Nr. 1175, Bundesamt für Strassen, Bern.
- Jaeger, J. (2000): Landscape division, splitting index, and effective mesh size: New measures of landscape fragmentation. In: *Landscape ecology* 15(2)/2000, 115-130.
- Jaeger, J.; Bertiller, R.; Schwick, C. (2007): Landschaftszerschneidung Schweiz: Zerschneidungsanalyse 1885-2002 und Folgerungen für die Verkehrs- und Raumplanung. Kurzfassung. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- Jaeger, J.; Bertiller, R.; Schwick, C.; Kienast, F. (2010a): Suitability criteria for measures of urban sprawl. In: *Ecological Indicators* 10/2010, 397-406.
- Jaeger, J.; Bertiller, R.; Schwick, C.; Cavens, D.; Kienast, F. (2010b): Urban permeation of landscapes and sprawl per capita: New measures of urban sprawl. In: *Ecological Indicators* 10/2010, 427-441.
- Jaeger, J.; Schwick, C.; Bertiller, R.; Kienast, F. (2008): Landschaftszersiedelung Schweiz: Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung. Wissenschaftlicher Abschlussbericht. Schweizerischer Nationalfonds. Nationales Forschungsprogramm NFP 54 „Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung“. Zürich.
- Kienast, F.; Frick, J. (2013, im Druck): Neue Ansätze zur Erfassung der Landschaftsqualität. Zwischenbericht Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES), Reihe Umwelt-Wissen, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Roth, U.; Schwick, C.; Spichtig, F. (2010): Zustand der Landschaft in der Schweiz. Zwischenbericht Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES). Umwelt-Zustand Nr. 1010, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Schwick, C.; Jaeger, J.; Bertiller, R.; Kienast, F. (2010): Zersiedelung der Schweiz – unaufhaltsam? Quantitative Analyse 1935-2002 und Folgerungen für die Raumplanung. Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien.
- Schwick, C.; Jaeger, J.; Hersperger, A.; Kienast, F. (2013): Stark beschleunigte Zunahme der Zersiedelung in der Schweiz. In: *Geomatik Schweiz* 2/2013, 8-14.
- Schwick, C.; Jaeger, J.; Kienast, F. (2011): Zersiedelung messen und vermeiden. Merkblatt für die Praxis 47/2011. WSL, Birmensdorf.

Indikatoren des Naturschutzes – Aktueller Stand und weiterer Bedarf

Ulrich Sukopp

Zusammenfassung

In der Berichterstattung zum Naturschutz dienen Indikatoren dazu, die Öffentlichkeit in anschaulicher Weise zu informieren und die Politik zu beraten. Sie fassen komplexe Sachverhalte verständlich zusammen und machen Trends erkennbar. Im Ergebnis sollen Erfolge sowie der Handlungsbedarf für die Gestaltung der Naturschutzpolitik und anderer Politikbereiche mit Bezug zum Naturschutz deutlich werden. Für die Politikberatung ist die Festlegung eines künftigen Ziels entscheidend. Damit wird eine Norm gesetzt, die politisch-gesellschaftlich legitimiert werden muss. In Anlehnung an internationale, europäische und andere nationale Indikatorensysteme hat das Bundesamt für Naturschutz (BfN) in Deutschland das Indikatorenset der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS) entwickelt, mit dessen Hilfe Fortschritte bei der Umsetzung der Maßnahmen und Erfolge bei der Erreichung der Ziele der Strategie gemessen werden. Für die derzeit 19 Indikatoren wurden – soweit möglich – quantitative Zielwerte festgelegt. Zusätzlich wurde – abhängig von der Datenverfügbarkeit – eine statistische Trendanalyse durchgeführt. Für die bundesweite Berichterstattung zum Naturschutz werden derzeit weitere Indikatoren entwickelt. Dabei sollen u. a. folgende Themen abgedeckt werden: nachhaltige Meeresfischerei, Biotopverbund und Wiedervernetzung, Einfluss des rezenten Klimawandels auf die biologische Vielfalt, Ökosystemleistungen, biologische Vielfalt in Wäldern und in Siedlungen.

1 Einführung

In vielen Bereichen des Umwelt- und Naturschutzes haben sich Indikatorensysteme als effiziente Instrumente für die Berichterstattung bewährt. Ein solches Indikatorenset für den Aufgabenbereich des Naturschutzes ist bspw. auch Bestandteil der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS) (BMU 2007).

Indikatoren im Kontext des Naturschutzes fassen empirische Daten aus Monitoring-Programmen zusammen, um Zustände, Belastungen und Maßnahmen mit Bezug zur biologischen Vielfalt in verständlicher Form abzubilden. Sie zeigen Erfolge und Misserfolge bei der Erreichung zuvor festgelegter Ziele des Naturschutzes auf und dienen der Politikberatung sowie der Information der Öffentlichkeit (Sukopp et al. 2010).

Verständnis und Verwendung von Indikatoren im zuvor genannten Sinne unterscheiden sich von einem historisch älteren streng naturwissenschaftlichen Indikatorenbegriff.

In dieser Tradition versteht man unter einem Indikator einen Stellvertreter für einen Gegenstand, der nicht direkt beobachtet oder gemessen werden kann (vgl. u. a. Schubert 1991). Dabei wird mit wissenschaftlichen Methoden der Beweis erbracht, dass der abzubildende Gegenstand („Indicandum“) und der abbildende Gegenstand („Indicans“) miteinander in einer eindeutigen quantitativen Beziehung stehen, die möglichst mithilfe statistischer Methoden belegbar ist. Naturwissenschaftliche Indikatoren sind deskriptiv (Beschreibung von Zuständen und deren Veränderungen) und daher idealerweise wertfrei.

Bei den auf die Politikberatung ausgerichteten Indikatoren des Naturschutzes wird eine statistische Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Indicans und Indicandum im strengen Sinne nicht vorgenommen. Stattdessen wird basierend auf wissenschaftlichen und fachlichen Erkenntnissen argumentativ dargelegt, dass der bilanzierte Indikator wesentliche Entwicklungstrends in einem bestimmten für die Politik wichtigen Handlungsfeld aufzeigt (Sukopp et al. 2011; Ackermann et al. 2011). Indikatoren für die Politikberatung beinhalten stets auch eine normative Komponente. Sie nehmen explizit Bezug auf Ziele des Umwelt- und Naturschutzes und sollen die Steuerung politischer Prozesse unterstützen. Andererseits besteht in bestimmten Punkten auch ein Anspruch wie an klassische naturwissenschaftliche Indikatoren. Damit bewegen sich Indikatoren des Naturschutzes stets in einem Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Politikberatung (vgl. u. a. Turnhout et al. 2007; Heink, Kowarik 2010).

2 Anforderungen an Indikatoren für den Naturschutz

Damit die Indikatoren zentrale politikrelevante Themen für einen erfolgreichen Schutz der biologischen Vielfalt in Deutschland in geeigneter Form abbilden, sollten sie idealerweise folgende Anforderungen erfüllen (Sukopp et al. 2010, 2011):

- Für die Bilanzierung der Indikatoren müssen verlässliche Daten aus dauerhaft abgesicherten Monitoringprogrammen mit regelmäßigen Erhebungen bereitgestellt werden. Die Erhebungsmethoden müssen standardisiert sein, wissenschaftlichen Ansprüchen genügen und bundesweite Aussagen ermöglichen.
- Die Daten sollten möglichst jährlich aktualisiert werden. Mit Beginn der Berichterstattung sollten mindestens 10 Jahre zurückreichende Datenreihen vorliegen.
- Die Bilanzierung der Indikatoren muss personell, institutionell und finanziell gesichert sein. Hierbei ist stets eine Qualitätskontrolle der Daten und Rechenergebnisse vorzunehmen.
- Die Aussage des Indikators soll einfach verständlich sein.
- Die Definition des Indikators, Vorschriften für die Berechnung der Indikatorwerte und für die statistische Ermittlung von Trends müssen festgelegt werden und nachvollziehbar sein.

- Für die Politikberatung ist die Festlegung eines eindeutigen Ziels entscheidend. Damit wird eine Norm gesetzt, zu deren Findung zwar fachliche Grundlagen herangezogen werden, die aber letztlich politisch-gesellschaftlich legitimiert werden muss. Erst mithilfe einer solchen Norm kann ermittelt werden, wie groß die bereits erzielten Erfolge sind bzw. wie dringlich weitere Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt sind. Im besten Fall werden die Zielwerte präzise quantifiziert und mit einem konkreten Zieljahr versehen. Ist dies nicht möglich, können allgemeine Qualitätsziele formuliert werden, die zumindest die Richtung einer künftig erwünschten Entwicklung vorgeben.

3 Indikatoren der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS)

Im November 2007 hat die Bundesregierung die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS) beschlossen (BMU 2007). Die NBS ist langfristig angelegt und enthält rund 330 z. T. sehr konkrete Qualitäts- und Handlungsziele sowie rund 430 Maßnahmen in 16 verschiedenen Aktionsfeldern. Die biologische Vielfalt in allen ihren Teilen sowie die vielschichtigen Faktoren, die Veränderungen verursachen, vollständig zu erfassen, ist nicht möglich. Datenerhebungen müssen daher auf eine sinnvolle Auswahl relevanter Elemente und Faktoren beschränkt werden. Die Ergebnisse werden in Form von Indikatoren zusammengefasst, die wesentliche Aussagen in anschaulicher Form vermitteln (Sukopp et al. 2011; Ackermann et al. 2013). Hierfür wurde ein Indikatorenset in die NBS aufgenommen, das an die Visionen und Aktionsfelder der Strategie gekoppelt ist und internationale Vorgaben berücksichtigt.

Drei Jahre nach Verabschiedung der NBS hat das Bundeskabinett den Indikatorenbericht 2010 beschlossen (BMU 2010). Der Bericht enthält ein gegenüber dem Stand von 2007 weiterentwickeltes Set von 19 Indikatoren, welche erstmals in einheitlicher Form bilanziert wurden. Die Bilanzierung dieser Indikatoren war auch Bestandteil des Rechenschaftsberichtes 2013, den die Bundesregierung zum Umsetzungsstand der Strategie im April 2013 vorgelegt hat (BMU 2013).

Die 19 Indikatoren der NBS verteilen sich auf insgesamt fünf Themenfelder: Komponenten der biologischen Vielfalt (7 Indikatoren), Siedlung und Verkehr (2 Indikatoren), Wirtschaftliche Nutzungen (8 Indikatoren), Klimawandel (1 Indikator) und Gesellschaftliches Bewusstsein (1 Indikator). Viele Indikatoren wurden – ggf. in modifizierter Form – aus europäischen und nationalen Indikatorensets übernommen, bspw. aus dem Set der European Biodiversity Indicators oder in Deutschland von den Indikatoren der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Tab. 1).

Tab. 1: Indikatorensysteme, aus denen Indikatoren für die NBS – ggf. in modifizierter Form – übernommen wurden (Quelle: eigene Bearbeitung)

Abkürzung	Indikatorensystem	Raumbezug
NHS	Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	Deutschland
KIS	Kernindikatorensystem Umwelt	Deutschland
LIKI	Länderinitiative Kernindikatoren (umweltbezogene Nachhaltigkeitsindikatoren)	Deutschland
SEBI	Streamlining European Biodiversity Indicators	EU

Mithilfe des DPSIR-Modells (**D**Driving Forces: Antriebsindikatoren, **P**ressure: Belastungsindikatoren, **S**tate: Zustandsindikatoren, **I**mpact: Auswirkungsindikatoren, **R**esponse: Maßnahmeindikatoren) können die Indikatoren unterschiedlichen Kategorien zugeordnet werden, die Ursachen und Wirkungen von Veränderungen der biologischen Vielfalt beschreiben (Abb. 1). Dabei dient die Gliederung nach dem DPSIR-Modell weniger der Darstellung und Kommunikation des Indikatorensets in der Öffentlichkeit als vielmehr einer strukturierten konzeptionellen Entwicklung.

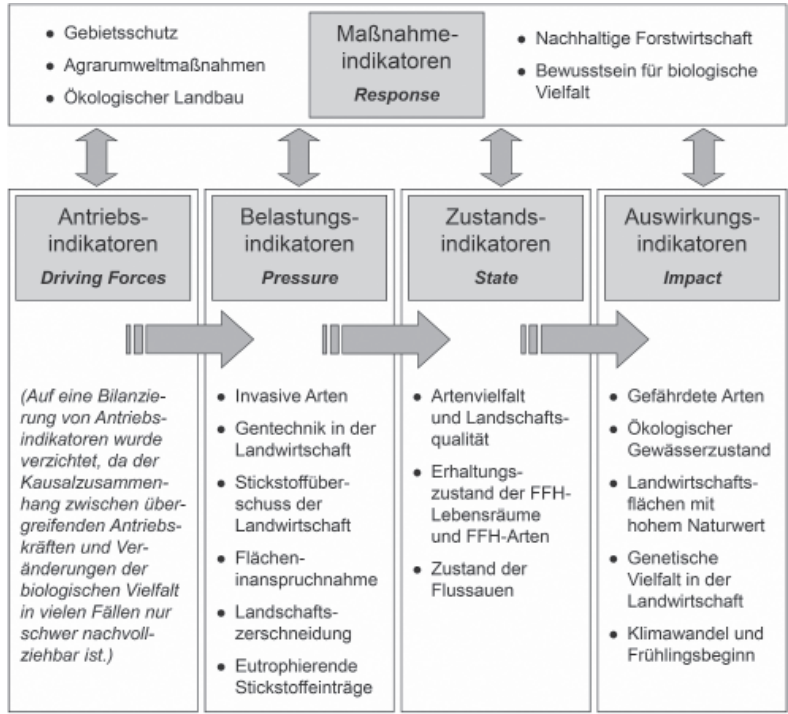






Abb. 1: Indikatoren der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt im DPSIR-Modell (Quelle: Ackermann et al. 2013)

Weitere ausführliche Informationen zu Entwicklung und Aufbau des Indikatorensets der NBS finden sich in Sukopp et al. (2011), Ackermann et al. (2013) sowie im Internet unter www.biologischevielfalt.de/bilanz_nbs.html

4 Ermittlung von Status und Trend bei den Indikatoren




Der Status eines Indikators ergibt sich aus dem aktuellen Zielerreichungsgrad. Dieser kann nur dann berechnet werden, wenn zuvor ein quantitativer Zielwert festgelegt wurde. In diesen Fällen wird der prozentuale Anteil des letzten berichteten Indikatorwertes am Zielwert ermittelt. Für den Zielerreichungsgrad der NBS-Indikatoren gelten Klassengrenzen, anhand derer der Status eines Indikators vier verschiedenen Klassen mit bestimmten Symbolen zugeordnet wird (Tab. 2).

Tab. 2: Status der NBS-Indikatoren: Grad der Zielerreichung in vier Klassen (Quelle: Ackermann et al. 2013)

 *	Zielerreichungsgrad ≥ 90 %	Der aktuelle Wert liegt innerhalb des Zielbereiches.
 *	Zielerreichungsgrad 80 % bis < 90 %	Der aktuelle Wert liegt in der Nähe des Zielbereiches.
 **	Zielerreichungsgrad 50 % bis < 80 %	Der aktuelle Wert liegt noch weit vom Zielbereich entfernt.
 **	Zielerreichungsgrad < 50 %	Der aktuelle Wert liegt noch sehr weit vom Zielbereich entfernt.
* grüne Farbe; ** rote Farbe		

Neben dem Status kann für die Indikatoren der NBS der Trend berechnet werden. Voraussetzung dafür ist, dass genügend vergleichbare Datenpunkte zur Verfügung stehen. Der Trend wird mithilfe des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman über einen Zeitraum von zehn Jahren unter Verwendung der letzten 11 verfügbaren jährlichen Datenpunkte ermittelt. Auf diese Weise werden mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,1$ Trends bestimmt, die als statistisch signifikant steigend bzw. statistisch signifikant fallend gelten. Je nach relativer Lage des Zielwertes zu einer statistisch signifikant abfallenden bzw. ansteigenden Datenreihe, wird das Ergebnis übersetzt in eine Aussage über einen statistisch signifikanten Trend hin bzw. weg vom Zielwert. Die Ergebnisse der Trendberechnungen werden für die Indikatoren der NBS in drei Klassen eingeteilt, denen bestimmte Symbole zugeordnet sind (Tab. 3).

Tab. 3: Trend der NBS-Indikatoren: Berechnung mithilfe des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman (Quelle: Ackermann et al. 2013)

 *	Statistisch signifikanter Trend hin zum Ziel bzw. Zielwert
	Kein statistisch signifikanter Trend feststellbar (keine Signifikanz für ansteigenden oder abfallenden Trend)
 **	Statistisch signifikanter Trend weg vom Ziel bzw. Zielwert
* grüne Farbe; ** rote Farbe	

5 Der Indikator „Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert“ – Beispiel für einen Auswirkungsindikator

Die biologische Vielfalt auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ist in den letzten 50 Jahren deutlich zurückgegangen. Um diesem Verlust entgegenzuwirken, fördert die EU im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) Maßnahmen, die den Zustand von Umwelt und Landschaft verbessern sollen. Zur Kontrolle der europäischen Förderpolitik ist u. a. der Basisindikator „High Nature Value Farmland“ (HNV Farmland, Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert) vorgesehen. Die für die Berechnung des Indikators notwendigen Daten werden seit 2009 in einem zwischen Bund und Ländern abgestimmten Monitoring bundesweit auf ca. 900 Stichprobenflächen erhoben (Fuchs et al. 2011; Benzler 2012).

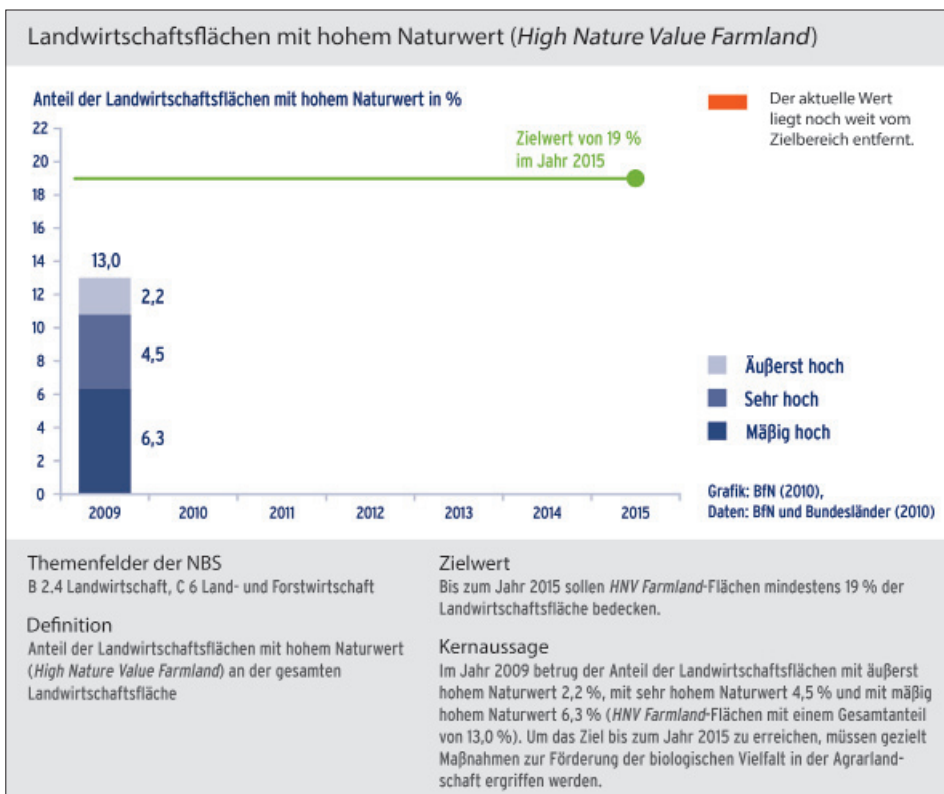


Abb. 2: Diagramm des Indikators „Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert“ (Quelle: Ackermann et al. 2013)

Der Indikator bilanziert den Anteil der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert an der gesamten Landwirtschaftsfläche. Mithilfe eines standardisierten Verfahrens werden hierfür extensiv genutzte, artenreiche Acker-, Grünland-, Streuobst- und

Weinbergsflächen sowie Brachen im Gelände erfasst. Hinzu kommen strukturreiche Landschaftselemente wie z. B. Hecken, Raine, Feldgehölze und Kleingewässer. Auch alle durch landwirtschaftliche Nutzung geprägten Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie sowie die nach den jeweiligen Landesgesetzen geschützten Biotope zählen zum HNV Farmland. Bei der Erfassung werden die Flächen anhand von Kennartenlisten oder qualitativen Kriterien in drei Wertstufen eingeteilt: äußerst hoher, sehr hoher und mäßig hoher Naturwert.

Nach den Kartierungsergebnissen aus dem Jahr 2009 erreicht der Indikator einen Wert von 13,0 % (Abb. 2). Mit 6,3 % stellen die HNV Farmland-Flächen mit nur mäßig hohem Naturwert knapp die Hälfte des Gesamtanteils. Einen sehr hohen Naturwert zeigen 4,5 % der Landwirtschaftsfläche und einen äußerst hohen Naturwert 2,2 %. Flächenmäßig wichtigster Bestandteil der HNV Farmland-Flächen sind extensiv genutzte Grünlandbestände, die bundesweit mehr als 40 % aller HNV Farmland-Flächen bilden. Für den Indikator wurde gemäß den Vorgaben der NBS ein Zielwert von 19 % für das Jahr 2015 festgelegt. Um den Anteil der HNV Farmland-Flächen in Deutschland künftig zu erhöhen, ist ein gezielter Ausbau derjenigen Agrarumweltmaßnahmen erforderlich, von denen tatsächlich positive Effekte für die biologische Vielfalt ausgehen. Die in den Jahren 2010 bis 2013 durchgeführten Wiederholungserhebungen zeigen, dass die gewünschte Steigerung bisher nicht erreicht wurde (Benzler, Hünig 2013).

Der HNV Farmland-Indikator ist im Sinne des DPSIR-Modells ein Beispiel für einen Auswirkungsindikator, mit dem die Erreichung eines konkreten Ziels in Hinblick auf bestimmte Komponenten der biologischen Vielfalt kontrolliert wird (Zielerreichungskontrolle). Er geht damit deutlich über eine reine Umsetzungskontrolle von Maßnahmen hinaus, bei der z. B. nur die Höhe der abgeflossenen Fördermittel bilanziert wird, nicht aber die Auswirkungen der mithilfe solcher Finanzmittel durchgeführten Maßnahmen auf die biologische Vielfalt. Ob Veränderungen des Anteils der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert tatsächlich auf die Umsetzung bestimmter Agrarumweltmaßnahmen zurückgehen (Wirksamkeitskontrolle), kann allerdings auch mit dem hier vorgestellten Indikator nicht beurteilt werden. Bausteine für einen solchen Indikator zur Kontrolle der tatsächlichen Wirksamkeit ausgewählter Maßnahmen werden derzeit von den Bundesländern im Rahmen der Maßnahmenevaluierung des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER) entwickelt.

6 Aktuelle Bilanz der Indikatoren der NBS

Die Bilanz für alle 19 Indikatoren der NBS sieht wie folgt aus (Stand: Mai 2012, vgl. BMU 2013): Für insgesamt 12 Indikatoren mit quantitativen Zielwerten kann der Status angegeben werden (Tab. 4). Die aktuellen Werte von 10 Indikatoren liegen noch weit




oder sehr weit vom Zielbereich entfernt. Nur bei den Indikatoren „Stickstoffüberschuss der Landwirtschaft“ und „Nachhaltige Forstwirtschaft“ befindet sich der aktuelle Wert jeweils in der Nähe des Zielbereiches. Der Zielwert für den Indikator „Nachhaltige Forstwirtschaft“, der bereits 2010 erreicht werden sollte, wurde allerdings auch im Jahr 2011 verfehlt.

Tab. 4: Status der Indikatoren der NBS (Quelle: eigene Bearbeitung, vgl. auch BMU 2013)

Status	Zielerreichungsgrad	Indikatoren (Stand: Mai 2012)
++*	≥ 90 % Der aktuelle Wert liegt innerhalb des Zielbereiches.	Kein Indikator
+*	80 % bis < 90 % Der aktuelle Wert liegt in der Nähe des Zielbereiches.	2 Indikatoren: <ul style="list-style-type: none"> • Stickstoffüberschuss der Landwirtschaft • Nachhaltige Forstwirtschaft
-**	50 % bis < 80 % Der aktuelle Wert liegt noch weit vom Zielbereich entfernt.	5 Indikatoren: <ul style="list-style-type: none"> • Artenvielfalt und Landschaftsqualität • Gefährdete Arten • Erhaltungszustand der FFH-Lebensräume und FFH-Arten • Zustand der Flussauen • Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert
--**	< 50 % Der aktuelle Wert liegt noch sehr weit vom Zielbereich entfernt.	5 Indikatoren: <ul style="list-style-type: none"> • Ökologischer Gewässerzustand • Flächeninanspruchnahme • Ökologischer Landbau • Eutrophierende Stickstoffeinträge • Bewusstsein für biologische Vielfalt
Bei 7 Indikatoren ist der Status nicht bestimmbar.		
* grüne Farbe; ** rote Farbe		

Für sieben Indikatoren konnte bislang eine Trendanalyse durchgeführt werden, bei 12 Indikatoren reicht die Anzahl der Datenpunkte hierfür noch nicht aus (Tab. 5). Fünf Indikatoren zeigen einen statistisch signifikanten Trend hin zum Ziel bzw. Zielwert. Die Entwicklung der Indikatoren „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ sowie „Klimawandel und Frühlingsbeginn“ weist dagegen statistisch signifikant weg vom Ziel bzw. Zielwert. Es wird deutlich, dass bei gleichbleibender Entwicklung ohne besondere zusätzliche Anstrengungen die für die Jahre 2015 oder 2020 geltenden Zielwerte aller Voraussicht nach nicht erreicht werden können.

Tab. 5: Trend der Indikatoren der NBS (Quelle: eigene Bearbeitung, vgl. auch BMU 2013)

Trend	Erläuterung	Indikatoren (Stand: Mai 2012)
	Statistisch signifikanter Trend hin zum Ziel bzw. Zielwert.	5 Indikatoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebietsschutz • Flächeninanspruchnahme • Ökologischer Landbau • Stickstoffüberschuss der Landwirtschaft • Nachhaltige Forstwirtschaft
	Kein statistisch signifikanter Trend feststellbar (keine Signifikanz für ansteigenden oder abfallenden Trend).	Kein Indikator
	Statistisch signifikanter Trend weg vom Ziel bzw. Zielwert.	2 Indikatoren: <ul style="list-style-type: none"> • Artenvielfalt und Landschaftsqualität • Klimawandel und Frühlingsbeginn
Bei 12 Indikatoren ist der Trend nicht bestimmbar.		
* grüne Farbe; ** rote Farbe		

7 Neuentwicklungen von Indikatoren des Naturschutzes

Für wichtige Themen des Naturschutzes werden weitere Indikatoren entwickelt (vgl. u. a. Ackermann, Schweppe-Kraft 2010; Ackermann et al. 2013). Der Stand der Arbeiten variiert hierbei sehr stark. So liegen etwa zum Biotopverbund, zur biologischen Vielfalt in Wäldern oder zur Zersiedelung ausgearbeitete Indikatoren vor, wohingegen bspw. zur biologischen Vielfalt in Siedlungen bisher nur erste Ideen und Skizzen zusammengestellt wurden. Neuentwicklungen werden u. a. für folgende Themen angestrebt bzw. wurden teilweise bereits realisiert:

- Nachhaltige Meeresfischerei,
- Biotopverbund und Wiedervernetzung,
- Klimawandel und biologische Vielfalt,
- Ökosystemleistungen,
- Biologische Vielfalt in Wäldern,
- Biologische Vielfalt in Siedlungen,
- Zersiedelung.

8 Ausblick

Im Rahmen der offiziellen Berichterstattung der Bundesregierung zur NBS sollen auch künftig jeweils im Abstand von ca. zwei Jahren abwechselnd Indikatorenberichte und Rechenschaftsberichte erscheinen. Hierbei sind grundsätzlich kleinere Anpassungen und Ergänzungen des Indikatorensets möglich. Ansonsten wird derzeit ein Fachinformationssystem des BfN aufgebaut, das ein breites Spektrum an Indikatoren zu allen wichtigen Themen des Naturschutzes umfassen soll.

9 Literatur

- Ackermann, W.; Dröschmeister, R.; Sukopp, U. (2011): Indikatoren und Monitoring der biologischen Vielfalt in Deutschland. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring III. Erhebung – Analyse – Bewertung. Berlin, Rhombos, IÖR Schriften 58, 149-161.
- Ackermann, W.; Schweiger, M.; Sukopp, U. (2011): Indikatorenbericht 2010. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. www.biologischeschevielfalt.de/bilanz_nbs.html (Zugriff: 15.08.2013).
- Ackermann, W.; Schweiger, M.; Sukopp, U.; Fuchs, D.; Sachteleben, J. (2013): Indikatoren zur biologischen Vielfalt. Entwicklung und Bilanzierung. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt, Band 132. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Ackermann, W.; Schweppe-Kraft, B. (2010): Zersiedelung der Landschaft – Indikator und erste Ergebnisse. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring II. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Berlin, Rhombos, IÖR Schriften 52, 129-141.
- Benzler, A. (2012): Measuring extent and quality of HNV farmland in Germany. In: Oppermann, R.; Beaufoy, G.; Jones, G. (Hrsg.): High Nature Value Farming in Europe. Verlag regionalkultur, Ubstadt-Weiher, 507-510.
- Benzler, A.; Hünig, C. (2013): High Nature Value Farmland-Indikator – Ein Indikator für Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert in Deutschland. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Internetseiten des Bundesamtes für Naturschutz. www.bfn.de/0315_hnv.html (Zugriff: 12.09.2013).
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Küchler-Krischun, J.; Walter, A. M.; Hildebrand, M. (Red.), Berlin.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Gödeke, I.; Sukopp, U.; Neukirchen, M. (Red.), Ackermann, W.; Fuchs, D.; Sachteleben, J.; Schweiger, M. (fachl. Beratung), Berlin.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013): Gemeinsam für die biologische Vielfalt. Rechenschaftsbericht 2013 zur Umsetzung der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Kabinettsbeschluss. www.bmu.de/N49866/ (Zugriff: 15.08.2013).

- Fuchs, D.; Oppermann, R.; Krismann, A. (2011): Umsetzung des High Nature Value Farmland-Indikators in Deutschland. Ergebnisse eines Forschungsvorhabens (UFO-PLAN FKZ 3508 89 0400).
www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/themen/monitoring/Projektbericht_HNV_Maerz2011.pdf (Zugriff: 15.08.2013).
- Heink, U.; Kowarik, I. (2010): What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. In: *Ecological Indicators* 10(3)/2010, 584-593.
- Schubert, R. (Hrsg.) (1991): Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. 2. Aufl., Fischer, Jena.
- Sukopp, U.; Neukirchen, M.; Ackermann, W.; Fuchs, D.; Sachteleben, J.; Schweiger, M. (2010): Bilanzierung der Indikatoren der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt: Wo steht Deutschland beim 2010-Ziel? In: *Natur und Landschaft* 85(7)/2010, 288-300.
- Sukopp, U.; Neukirchen, M.; Ackermann, W.; Schweiger, M.; Fuchs, D. (2011): Die Indikatoren der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. In: Bundesverband Beruflicher Naturschutz (Hrsg.): *Frischer Wind und weite Horizonte: 30. Deutscher Naturschutztag 2010, 2. Band: Naturschutz in der Umsetzung: Strategien und rechtliche Rahmenbedingungen. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege* 58(2)/2011, 12-33.
- Turnhout, E.; Hisschemöller, M.; Eijsackers, H. (2007): Ecological indicators: Between the two fires of science and policy. In: *Ecological Indicators* 7(2)/2007, 215-228.

Die Machbarkeit der „Netto-Null“ bei der Neuinanspruchnahme von Böden – Erfahrungen zur Nachhaltigkeit mit dem Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS)

Gerd Wolff

Zusammenfassung

Seit 2006 ist das Stuttgarter Bodenschutzkonzept (BOKS) fester Bestandteil der Bauleitplanung. Mithilfe einer Planungskarte „Bodenqualität“ werden alle Bodeninanspruchnahmen über ein Punktesystem für den Abwägungsprozess gekennzeichnet. Ferner gibt das BOKS strategische Ziele zur nachhaltigen Bewirtschaftung der örtlichen Bodenressourcen vor. Mit einem Monitoring wird die Einhaltung dieser Zielvorstellungen überwacht. Die Erfahrungen der letzten sechs Jahre zeigen, dass mit dem BOKS eine Trendwende bei der Bodeninanspruchnahme herbeigeführt werden konnte. Ein Erfolg bei den Nachhaltigkeitsbestrebungen ist der Umstand, dass im Planungszeitraum 2010 bis 2012 bei der Neuinanspruchnahme von Böden in Stuttgart eine „Netto-Null“ erzielt wurde.

1 Einführung

Im Rahmen der lokalen Agenda wurde im Jahr 2000 auch in der politischen und öffentlichen Wahrnehmung erkannt, dass in Stuttgart die siedlungsbedingte Bodeninanspruchnahme von einst 6 % im Jahr 1900 auf knapp über 50 % im Jahr 2000 eskaliert ist und dass damit die erträglichen Grenzen des Flächenwachstums und der Bodeninanspruchnahme schon heute erreicht sind (Abb. 1).

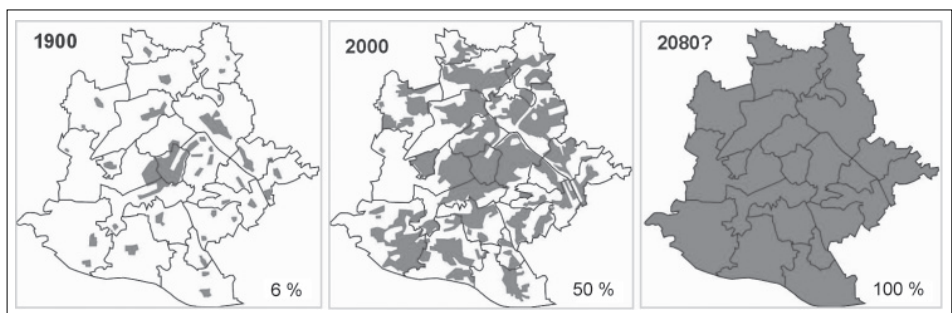


Abb. 1: Siedlungsbedingte Bodeninanspruchnahme in der Landeshauptstadt Stuttgart (Quelle: Landeshauptstadt Stuttgart 2000)

Dringenden Handlungsbedarf verdeutlichte besonders die Zukunftsprognose, nach der die Stadt bei ungebremsster Bodeninanspruchnahme im Jahr 2080 an ihre Gemarkungsgrenzen stoßen wird. Dies war Anlass, nach Lösungen zur nachhaltigen Stadtentwicklung zu suchen, bei der die noch vorhandenen Flächen- und Bodenressourcen geschont werden. Aus diesem Grund wurde das Stuttgarter Bodenschutzkonzept (BOKS) entwickelt, das seit 2006 durch einen verbindlichen Beschluss des Gemeinderats fester Bestandteil der Stuttgarter Bauleitplanung ist.

2 Das Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS)

Das Bodenschutzkonzept Stuttgart wurde im Rahmen eines interdisziplinären Projekts unter Federführung des Amtes für Umweltschutz der Stadt Stuttgart erarbeitet (Wolff 2006, 2007a). Für die Akzeptanz besonders förderlich war die Einbindung von Vertretern des Stuttgarter Gemeinderates, deren Meinung und Anregungen zu einzelnen Zwischenergebnissen immer wieder eingeholt wurde.

2.1 Indikation der Bodeninanspruchnahme

Wichtige Arbeitsgrundlage zur Beurteilung der Bodeninanspruchnahme ist die Planungskarte Bodenqualität (Abb. 2), die auf bodenkundlichen Vorarbeiten der Universitäten Hohenheim (Holland 1995, 1996) und Stuttgart basiert (Kübler 2001, 2005).

Diese Karte zeigt die Bodenqualität als Summe der schützenswerten Bodenfunktionen nach dem Bundesbodenschutzgesetz (Bundesregierung 1998: Lebensraum, Naturhaushalt, Filter und Puffer sowie Archiv) unter Berücksichtigung anthropogener Funktionshemmnisse wie Altlasten (Landeshauptstadt Stuttgart 2001) und der aktuellen Versiegelung in sechs Stufen (0 bis 5). In dieser Darstellung wird die gesamte Stuttgarter Gemarkung flächenhaft abgedeckt. Erfasst wird auch die Qualität der Stadtböden, die trotz ihrer teils starken menschlichen Überprägung einen wichtigen Funktionsbeitrag in den Umweltkreisläufen, u. a. bezüglich dem Grundwasser sowie dem Klima (Mächtle et al. 2011) leisten.

Mithilfe dieser Bodenplanungskarte lassen sich die Auswirkungen von Bodeninanspruchnahmen leicht bilanzieren, da sich durch die Inanspruchnahme von Böden die Bodenqualität im Bereich einer bestimmten Fläche verändert. Insofern liegt es nahe, die betroffenen Böden in ihrer Quantität (= Bodenfläche) und Qualität (= Funktionszustand) zu erfassen und in ihrer Veränderung zu beurteilen.

Dazu werden bei der sogenannten Bodenindikation des BOKS über Flächenanteile eines Plangebietes und den zugehörigen, aus der Planungskarte ablesbaren Bodenqualitätsstufen sogenannte Bodenindex-Punkte berechnet (Abb. 3).

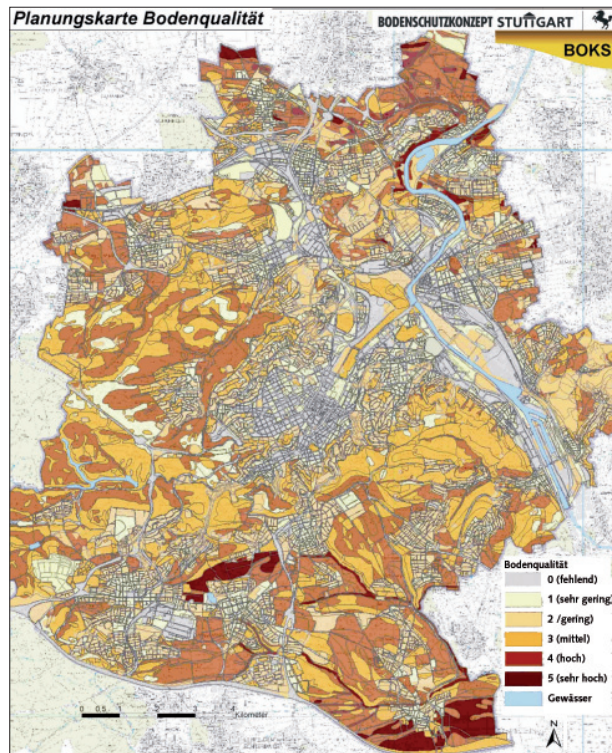


Abb. 2: Planungskarte Bodenqualität (Quelle: Landeshauptstadt Stuttgart 2006)

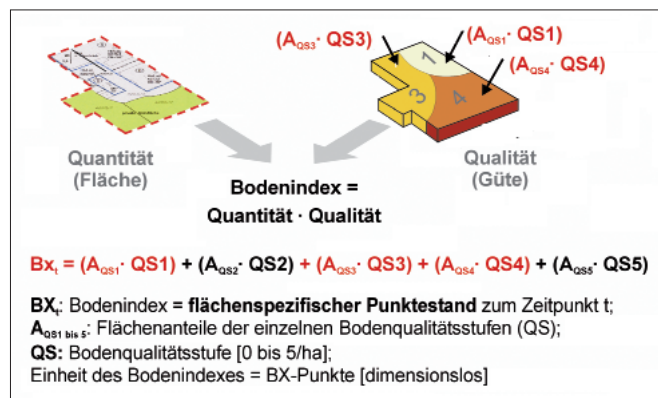


Abb. 3: Bodenindikation – Berechnung der Bodenindex-Punkte (Quelle: Wolff 2006)

Dieser Punktestand ist in jedem Beanspruchungszustand flächenspezifisch. Er schrumpft bei jeder weiteren Inanspruchnahme von Boden proportional zum örtlichen Qualitätsverlust (= Verlust an Bodenfunktionen). Auf diese Art lässt sich jede Überplanung des Bodens prognostizieren und, nach erfolgter Beanspruchung, eindeutig messen. Damit ist dieser gebietspezifische Punktestand und dessen Veränderung ein

Indikator, der auch qualitative Bodenaspekte beschreibt, die gleichfalls planungsrelevant sind. Er ist im Informationsgehalt und in der Entscheidungsrelevanz bisherigen Bilanzen zum „Flächenverbrauch“, bei denen die Bodengüte unterschlagen wird, überlegen.

Mittels dieser punktebezogenen Bodenindikation lassen sich alle benötigten Informationen zu Bodeninanspruchnahmen – von Diagnosen bodenspezifischer Ist-Zustände, der Bestimmung von Trendentwicklungen, über Wirkungsprognosen und Variantenvergleiche bis hin zu Ausgleichsbilanzierungen – einfach gewinnen und weitergeben. Vorteil dabei ist, dass Informationen in dieser Form auch für Nichtfachleute, die Entscheidungen treffen müssen, leicht verständlich und damit sachgerecht verwertbar sind.

2.2 Nachhaltigkeitsziele und Strategien

Nachhaltiger Bodenschutz verlangt klare und erreichbare Ziele, bei denen die Ressource Boden auf einem konstanten und möglichst hohen Qualitätsniveau gesichert wird. Dazu müssen in aller Regel Trendwenden bei der Bodeninanspruchnahme herbeigeführt werden. Dies lässt sich aber kaum schlagartig bewerkstelligen. Bis alternative Handlungsmuster greifen, wird man im Allgemeinen Übergangsfristen benötigen, in denen vorübergehend noch gewisse Einbußen an Boden in Kauf genommen werden müssen. Unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit dürfen diese Bodenverluste – gemessen am heutigen Zustand – nicht unverhältnismäßig hoch und die Fristen nicht zu kurz sein.

Der Gesamtumfang an Bodenverlusten, der übergangsweise notfalls gerade noch toleriert werden kann, ist im BOKS in Form eines sogenannten Bodenkontingents festgelegt. Dies ist eine Menge an Bodenindex-Punkten, die proportional zu jeder Bodeninanspruchnahme (= Verlust an Bodenqualität) abnimmt und die möglichst sparsam bewirtschaftet werden soll.

Ein derartiges Bodenkontingent lässt sich nach der Indikationsmethode des BOKS entweder willkürlich im Verhältnis zum Gesamtvorrat an Bodenindex-Punkten eines Betrachtungsgebietes festlegen oder es kann als Prozentanteil der lokalen Bodenressourcen berechnet werden. Die entsprechende Zielvorgabe im BOKS lautete: Vorrangiger Erhalt des Qualitätsanteils guter und sehr guter Böden. Das bedeutete im Umkehrschluss: Der Qualitätsanteil mittel- und geringwertiger Böden ist die Handlungsmenge, deren Aufzehrung zum Umsteuern notfalls genutzt werden kann.

Die rechnerisch ermittelte Startmenge des Stuttgarter Bodenkontingents betrug im Jahr 2006 zunächst 1 000 Bodenindex-Punkte. Dies entsprach ca. 12 % des lokalen Vorrats an Bodenqualität (ausgedrückt in Bodenindex-Punkten). Diese theoretische „Opfermenge“ an Bodenindex-Punkten wurde unter den Gesichtspunkten der Nach-

haltigkeit gerade noch als akzeptabel erachtet. Voraussetzung dabei war aber, dass dieses Bodenkontingent haushälterisch bewirtschaftet und dass der Handlungsspielraum erfolgreich genutzt wird.

Zur Umsteuerung in die Ressourcenschonung sah das BOKS eine degressive Bewirtschaftung des Punktevorrats im Bodenkontingent vor. Dies sollte über eine stetige Abnahme der maximal tolerierbaren Rate des jährlichen Bodenverlusts (= Punkteverlust im Bodenkontingent pro Jahr) erreicht werden. Ausgehend von einer Rate von 30 Bodenindex-Punkten im Jahr 2006 (dies entsprach den Zielwerten an Flächen- bzw. Bodenverbrauch des damaligen Flächennutzungsplans 2010) errechnete sich eine maximal tolerable Rate für 2007 von 29 Bodenindex-Punkten, für 2008 von 28 Bodenindex-Punkten, für 2009 von 27 Bodenindex-Punkten usw. Daraus ergibt sich für jedes Jahr eine kritische Marke (= Mindestbestand) an Bodenindex-Punkten im Bodenkontingent, die keinesfalls unterschritten werden soll (Abb. 4). Sollte dies dennoch der Fall sein, wäre das ein klarer Hinweis auf nicht nachhaltige Entwicklungen und damit auf eine wenig zielkonforme Bewirtschaftung der Bodenressourcen. In einem solchen Fall müsste massiv gegengesteuert werden.

Dieser Ansatz galt seinerzeit als ehrgeizig, war aber durchaus erfolgversprechend, weil mit dem Nachhaltigen Bauflächenmanagement Stuttgart (NBS, Landeshauptstadt Stuttgart 2003) bereits planerische Voraussetzungen für eine verstärkte Innenentwicklung geschaffen waren. Insofern gab es durchaus eine realistische Chance, dass bei entsprechend zielgerichteter Planung die Raten der jährlichen Bodeninanspruchnahmen messbar zurückgefahren werden können.

2.3 Implementierung des BOKS

Das BOKS als fachliches Produkt allein hatte allerdings noch keine Außenwirkung. Hierzu war es notwendig, es in die Abläufe der Bauleitplanung zu integrieren. Dazu bedurfte es einer förmlichen Entscheidung des Trägers der kommunalen Planungshoheit – dem Gemeinderat. Dieser hat das BOKS im Jahr 2006 mit folgenden Aufträgen zum Bestandteil der Bauleitplanung erklärt:

- „Im Rahmen der Vorbereitungen der Bauleitplanung ist die Planungskarte „Bodenqualität“ zu verwenden.“
- „Der Bodenverbrauch ist mit dem Bodenindex des BOKS zu messen und in allen Planungen zu kennzeichnen.“
- „Die Qualität der guten und sehr guten Böden ist nachhaltig zu sichern.“
- „Dies soll über die degressive und beobachtete Bewirtschaftung des Bodenkontingents von 1 000 Bodenindex-Punkten bewerkstelligt werden.“
- „Gleichzeitig muss die Innenentwicklung forciert werden.“

- „Im Rahmen eines Monitorings ist in Bilanzzeiträumen von jeweils zwei Jahren zur Entwicklung und zum Stand der Bodenindex-Punkte sowie zum Grad der Zielerreichung zu berichten. Gleichzeitig soll ein Vorschlag zum weiteren Vorgehen unterbreitet werden.“

Damit waren die maßgeblichen Voraussetzungen für die praktische Umsetzung des BOKS geschaffen.

3 Erfahrungen

Zwischenzeitlich liegen die Erfahrungen zur Bodeninanspruchnahme in Stuttgart aus drei jeweils 2-jährigen Bilanzzeiträumen vor. Innerhalb dieser 2-Jahresfristen lag die Anzahl der verabschiedeten Bebauungspläne (BPL) jeweils zwischen 35 bis 40, die Größe der zugehörigen Gesamtplanungsflächen reichte von 108 ha bis 164 ha. Auffallend ist der hohe Anteil an Innenentwicklungen.

Tab. 1: Die Stuttgarter Bauleitplanungen und Bodenverluste (Δ BX) in den Jahren 2006 bis 2012

	2006-2008		2008-2010		2010-2012	
	Anzahl	ha	Anzahl	ha	Anzahl	ha
BPL gesamt	40	128,9	40	108,0	35	164,0
BPL Außenbereich	5	28,4	1	4,0	1*	23,9
BPL Innenbereich	35	100,5	39	104,0	34	140,1
Δ BX	53,0		6,4		7,0	
BPL = Bebauungspläne, BX = Bodenindex-Punkte, *keine Bodenverluste!						

3.1 Entwicklung der Stuttgarter Bodeninanspruchnahmen

Entscheidend für die Nachhaltigkeit ist die Bilanz der Bodeninanspruchnahmen. Die entsprechenden Trendentwicklungen in Stuttgart sind in Abbildung 4 dargestellt.

Eingangs kam es durch Planungen, deren Ursprünge in Zeiten vor Einführung des BOKS zurückreichten, noch zu merklichen Bodenverlusten. Auslöser waren einige wenige – z. T. allerdings großflächige – Zugriffe auf gute und sehr gute Böden im Außenbereich.

Im Beobachtungszeitraum 2008 bis 2010 konnte ein Teil der Verluste durch Bodengewinne kompensiert werden, die durch großflächige Entsiegelungen und Rekultivierungen beim Abriss der alten Messe Stuttgart erzielt wurden.

Im Zeitraum 2010 bis 2012 fand keinerlei Zugriff auf unbebaute Böden im Außenbereich statt. Der einzige in dieser Periode verabschiedete Bebauungsplan im Außenbereich schrieb – ohne jegliche Bodeninanspruchnahme – einen naturnahen Landschaftsraum fest. Insofern wurden die geringen Bodenverluste ausschließlich durch Nachverdichtungen im Innenbereich verursacht.

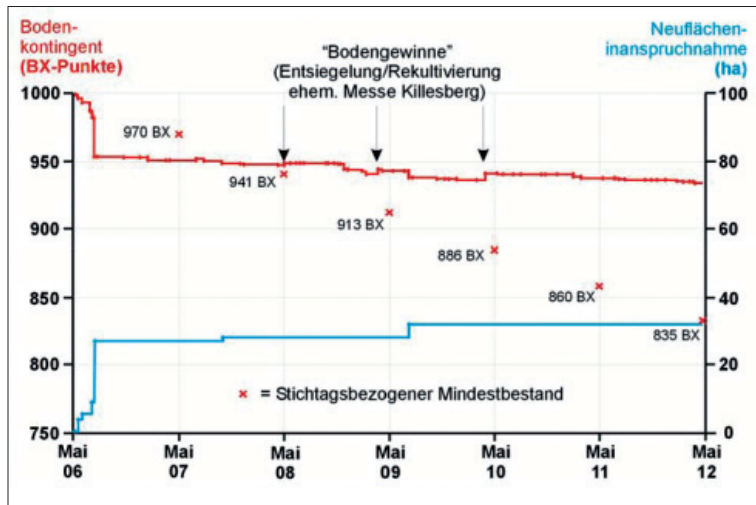


Abb. 4: Bodenverluste und Inanspruchnahme neuer (Boden-)Flächen in Stuttgart – Beobachtungszeitraum 2006 bis 2012 (Quelle: eigene Bearbeitung)

Dieses Ergebnis zeigt, dass bei konsequenter Innenentwicklung eine „Netto-Null“ bei der Inanspruchnahme von Böden im Außenbereich realisierbar ist.

3.2 Strategische Erkenntnisse

Aus den Erfahrungen mit dem BOKS resultieren folgende bodenschutzstrategische Erkenntnisse, die eine gewisse Allgemeingültigkeit besitzen:

- Ansätze, die ohne konkrete Bodenschutzflächen auskommen, finden meist schneller Akzeptanz, v. a. weil sie nichts präjudizieren, sondern auf sachgerechte und eigenverantwortliche Entscheidungen setzen. In Stuttgart wurden Bodenschutzflächen auch deshalb nicht angestrebt, weil sie dazu verleiten, nicht unter Schutz stehende Böden ungebremst in Anspruch zu nehmen und damit verbundene Verluste einfach hinzunehmen – oder zu ignorieren.
- Bei der Inanspruchnahme guter und sehr guter Böden in den Außenbereichen treten im Allgemeinen – ähnlich wie in Stuttgart (Abb. 5) – überproportional hohe Bodenverluste auf. Das bedeutet auch, dass diese überdurchschnittlich ins Gewicht fallenden Inanspruchnahmen i. d. R. realistischer Weise nicht mehr kompensierbar sind.
- Die Entsiegelung vorgenutzter Flächen ist als Ausgleich für Bodeninanspruchnahmen aus mehreren Gründen oft weniger erfolgversprechend oder zielführend als erwartet.

Erstens besitzt eine Entsiegelung eine positive Bodenwirkung nur in Verbindung mit einer Bodenrekultivierung, bei der die Funktionskreisläufe wiederhergestellt wer-

den. Letzteres ist bei oft fraglichen Erfolgchancen technisch anspruchsvoll und aufwändig.

Zweitens stehen aufwertbare Flächen im notwendigen Umfang i. d. R. kaum zur Verfügung. Falls aber doch, sind aufwändige Kompensationsmaßnahmen strategisch nur dann gerechtfertigt, wenn zeitgleich eine weitere Beanspruchung intakter Böden unterbleibt.

Drittens ist der Sinn von Entsiegelungsmaßnahmen auch deshalb fraglich, weil diese Flächen eigentlich als klassisches Zielobjekt der Innenentwicklung gelten.

- Bodenverluste, die bei der Innenentwicklung auftreten, können – obwohl dieses ein scheinbarer Widerspruch ist – von Fall zu Fall auch unter bodenschutzstrategischen Gesichtspunkten als Vorteil gelten. Sie sind tolerierbar oder gar vorteilhaft, wenn dafür Zugriffe auf bislang unbeanspruchte gute Böden im Außenbereich unterbleiben, bei denen zwangsläufig größere Verluste auftreten würden.
- Nachweislich stellt eine „Netto-Null“ bei der Inanspruchnahme von Böden im Außenbereich ein durchaus realisierbares Nachhaltigkeitsziel dar. Dabei sind intelligente Bodenschutzkonzepte keine Planungshindernisse. Sie bedeuten keinen Planungsstopp. Sie unterstützen vielmehr Planungs- und Entscheidungsprozesse und setzen ihrerseits anspruchsvolle Planungsanstrengungen voraus.

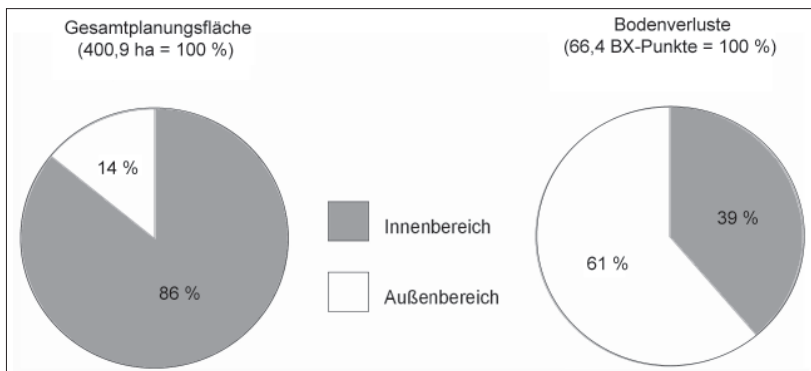


Abb. 5: Anteile der Planungsflächen und der Bodenverluste in Stuttgart – Beobachtungszeitraum 2006 bis 2012 (Quelle: eigene Bearbeitung)

3.3 Übertragbarkeit

Fachliche Grundlagen zum konzeptionellen Bodenschutz können zum Zweck der Bauleitplanung auch anderenorts analog zum BOKS zusammengestellt werden. Entsprechende Fachinformationen, von geologischen oder bodenkundlichen Karten, über die Bodenschätzung bis hin zu forstlichen Standortkartierungen, sind beinahe über-

all verfügbar. Diese liefern genügend Anhaltspunkte, aus denen Bodenplanungskarten in einem für die Bauleitplanung hinreichend genauen Maßstab hergestellt werden können.

Gelingt dies, sind auch die methodischen Ansätze des BOKS – speziell die Bodenindikation – übertragbar (Wolff 2007b, 2008, 2009; Blümlein et al. 2012).

4 Fazit

Die bislang positiven Erfahrungen zum Messen und nachhaltigen Steuern der Bodeninanspruchnahmen mit dem BOKS sind Anlass genug, den erfolgreichen Weg fortzusetzen. Die Akzeptanz auf Seiten der Nutzer – das sind Planer und kommunale Entscheidungsträger – ist groß. In Stuttgart schätzt man das BOKS als ein wichtiges Hilfsmittel der Bauleitplanung, v. a. weil es keine Entscheidungen vorgibt, sondern wertfreie Informationen für eine sachgerechte Abwägung liefert. Durch die bisherigen Erfolge ist es als wichtiges Steuerinstrument anerkannt, mit dem sich die Bodeninanspruchnahme in nachhaltige Bahnen lenken lässt.

5 Literatur

- Blümlein, P.; Medved, P.; Vernik, T.; Vrščaj, B. (2012): Soil in the City: Urban Soil Management Strategy. City of Stuttgart – Department for Environmental Protection. Stuttgart.
- Bundesregierung (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG). Bundesgesetzblatt 16(I)/1998, Bonn, 502-510.
- Holland, K.(1995): Die Böden Stuttgarts. Erläuterungen zur Bodenkarte. Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz 3/1995, Stuttgart.
- Holland, K. (1996): Stadtböden im Keuperland am Beispiel Stuttgarts. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte Band 39, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Stuttgart.
- Kübler, A. (2001): Nachhaltiger Bodenschutz in Stuttgart: Analyse, Bewertung und Entwicklung eines kommunalen Bodenschutzkonzepts. Diplomarbeit am Institut für Geographie, Stuttgart.
- Kübler, A. (2005): Kommunale Bodenschutzkonzepte – Bewertung, Monitoring und Management von Bodenressourcen, vorgestellt am Beispiel Stuttgart. Stuttgarter Geographische Studien Band 135, Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart (2000): Flächenmanagement Stuttgart. Zukunftskonzept zur lokalen Agenda 21, Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart (2003): Nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart (NBS). Schlussbericht – Kurzfassung in Beiträge zur Stadtentwicklung 34, Stuttgart.
- Mächtle, B.; Gerst, F.; Bubenger, O.; Wolff, G. (2011): Klimarelevante Einflüsse urbaner Bodenbeanspruchungen. Bodenschutz 1/2011, Berlin, 18-22.

- Wolff, G. (2006): Das Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS). Landeshauptstadt Stuttgart, Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz 4/2006, Stuttgart.
- Wolff, G. (2007a): Das Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS) (Kurzfassung). www.stuttgart.de/img/mdb/publ/10251/9999.pdf (Zugriff: August 2013).
- Wolff, G. (2007b): Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS) – Methoden, Ziele, Strategien. European Land and Soil Alliance (Hrsg.). Tagungsband 6. Internationale Jahrestagung, Stuttgart, 34-38.
- Wolff, G. (2008): Merkmale (funktions-)tauglicher Bodenschutzkonzepte – eine Analyse mit Beispielen aus Stuttgart. FH Osnabrück, Funktionsbewertung urbaner Böden im kommunalen Flächenmanagement, Beiträge Diskussionsforum Bodenkunde, Heft 9, Osnabrück, 23-35.
- Wolff, G. (2009): Criteria of efficient strategies and concepts for the protection of soil. *local land & soil news* 28-29(I)/2009, Osnabrück, 32-33.

Flächenmonitoring

Siedlungsflächenmonitoring auf der Ebene der Regionalplanung – Ergebnisse bundesweiter Umfragen 2007 und 2013

Nicole Iwer

Zusammenfassung

Die obligate Zielsetzung einer nachhaltigen Flächenhaushaltspolitik, zunehmend bessere Datengrundlagen, verschiedene europäische Richtlinien und nicht zuletzt die technische Entwicklung haben dazu beigetragen, dass GIS-gestütztes Flächenmonitoring auf allen Planungsebenen in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen hat. Auch auf den Ebenen der Landes- und Regionalplanung wurden neue Monitoringinstrumente eingeführt und bestehende Verfahren weiterentwickelt. Hierzu zählt auch die Beobachtung des Siedlungsraumes. Der folgende Beitrag befasst sich mit der derzeitigen Umsetzung, den Erhebungsverfahren und -inhalten von Siedlungsflächenmonitoring auf der Ebene der Regionalplanung in Deutschland. Die Darstellungen basieren im Wesentlichen auf den Ergebnissen zweier bundesweiter Umfragen des Regionalverbandes Ruhr aus den Jahren 2007 und 2013. Ein zentrales Ergebnis der Umfragen ist die Diskrepanz zwischen einer hohen Bedeutungseinschätzung des Siedlungsflächenmonitorings durch die Träger der Regionalplanung und einer vergleichsweise zurückhaltenden instrumentellen Umsetzung.

1 Anlass der Umfragen und Forschungsfragen

Der Regionalverband Ruhr (RVR), Träger der Regionalplanung für das Ruhrgebiet in Nordrhein-Westfalen (NRW), erhebt seit Anfang der 1980er Jahre kleinräumige Informationen zur Flächennutzung und hat auf dieser Grundlage eigene Methoden zur Beobachtung des Siedlungsraumes entwickelt (vgl. Beckord, Iwer 2012). Daneben ist seit 2010 im Landesplanungsgesetz NRW der Auftrag zur Durchführung eines Siedlungsflächenmonitorings durch die Regionalplanungsbehörden fixiert. Der RVR nutzt das Instrument der Befragung anderer Planungsregionen für den weiteren Aufbauprozess und zur Qualitätssicherung des *ruhrFIS* – Flächeninformationssystems Ruhr (vgl. RVR 2011). Die Umfragen sollen u. a. folgende Fragen beantworten: Welche Bedeutung messen die Träger der Regionalplanung in Deutschland dem Instrument des Siedlungsflächenmonitorings (SFM) bei? In welchem Umfang wird das Instrument des SFM auf der Ebene der Regionalplanung angewendet, welche Motivation liegt der Anwendung zugrunde? Welche Informationen werden im SFM erhoben, mit welchen Datengrundlagen, mit welchen Methoden, in welcher Erhebungstiefe? Wofür werden die Ergebnisse aus dem SFM verwendet? Sind Trends hinsichtlich einer weiteren instrumentellen Zunahme des SFM in Deutschland zu erkennen?

2 Regionalplanung und Siedlungsflächenmonitoring

Die Organisation der Regionalplanung fällt in den Aufgabenbereich der Länder. Entsprechend vielfältig stellen sich die räumlichen Zuschnitte der Regionen, die institutionellen Zuständigkeiten und die personelle Kapazität zur Übernahme freiwilliger oder informeller Aufgaben dar. Damit verbunden variiert die Bevölkerung in den Planungsregionen zwischen 50 000 und 5 Mio. Einwohnern bei einer Spanne der Flächengröße zwischen 600 km² und 16 000 km². Nicht in allen Regionalplänen, deren formale Bezeichnungen ebenfalls differieren, werden planerische Aussagen zum Siedlungsraum getroffen. Ein allgemeines Erfordernis zur Beobachtung des Siedlungsraumes durch die Planungsregionen besteht nicht.

Zur laufenden Raubeobachtung können Monitoringansätze darüber abgegrenzt werden, dass sie detaillierte Informationen, oftmals mit Einzelflächendarstellungen, enthalten und in der Regel auf Steuerung abzielen (vgl. Birkmann 2005, 669). Der Begriff des Siedlungsflächenmonitorings ist, wie viele in der Raumplanung verwendete Begriffe, nicht eindeutig definiert. Entsprechend gibt es hinsichtlich der instrumentellen Ausgestaltung in den einzelnen Bundesländern und/oder Planungsregionen erhebliche Unterschiede. In NRW steht beispielsweise weniger die Beobachtung von Nutzung oder Wandel des Siedlungsraumes im Vordergrund, als vielmehr die Erhebung von Siedlungsflächenreserven, die im Rahmen der Siedlungsflächenbedarfsermittlung berücksichtigt werden. Um der divergierenden Schwerpunktsetzung des Instrumentes gerecht zu werden, wurde in den Umfragen zwischen drei Monitoringelementen unterschieden: „Siedlungsflächennutzung“ (Ist-Zustand, statisch, gegenwärtig), „Siedlungsflächenwandel“ (Veränderungen, dynamisch, retrospektiv) und „Siedlungsflächenreserven“ (Planung, prognostisch, zukünftig). Wird im Folgenden von einer „Erhebungsregion“ gesprochen, impliziert dies eigene Erhebungen der Planungsregion unter Anwendung GIS-gestützter Methoden.

3 Ausgewählte Ergebnisse aus den Umfragen

Während sich die Umfrage 2007 an Regionalplanungsregionen mit über 600 000 Einwohnern richtete, sind bei der Umfrage 2013 alle derzeit 99 Planungsregionen beteiligt worden. Die personalisiert adressierten Fragebögen (80 Fragen in neun Themenblöcken) wendeten sich aufgrund des fachspezifischen Fragenkataloges an Mitarbeiter der Regionalplanung mit Verantwortlichkeit oder Zuständigkeit für GIS-gestützte Aufgaben. Bei beiden Befragungen (vorwiegend quantitativ, standardisiert) konnte zwischen digitaler oder postalischer Bearbeitung gewählt werden, die Rücklaufquoten lagen bei jeweils rund 70 %, wobei in der aktuellen Umfrage 61 Fragebögen vollständig bearbeitet worden sind.

3.1 Bedeutungseinschätzung und instrumentelle Anwendung

Rund 86 % der Befragten bescheinigen dem Instrument des Siedlungsflächenmonitorings auf der Ebene der Regionalplanung eine hohe oder eher hohe Bedeutung. Gegenüber der Befragung 2007 ist die Bedeutungseinschätzung von im Mittel 2,1 auf 1,8 (1: hoch, 4: gering) gestiegen (vgl. Abb. 1a). Die tatsächliche Anwendung des Siedlungsflächenmonitorings bzw. einzelner Siedlungsflächenmonitoringelemente korreliert jedoch nicht mit der hohen Bedeutungseinschätzung. Von 61 Planungsregionen wenden 20 Regionen (33 %) mindestens ein Siedlungsflächenmonitoringelement an.

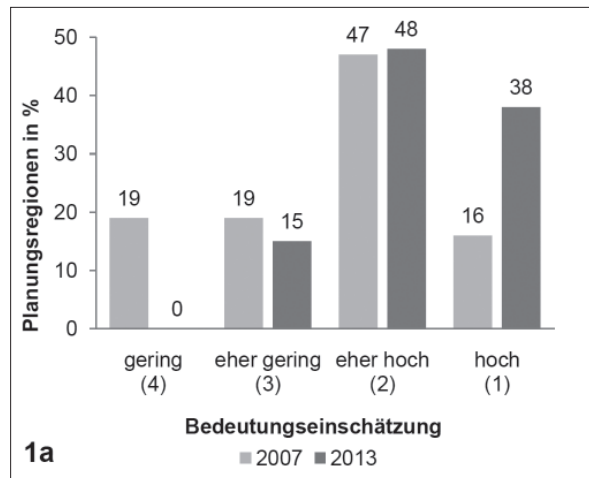


Abb. 1a: Bedeutungseinschätzung des Instrumentes Siedlungsflächenmonitoring auf der Ebene der Regionalplanung (Quelle: eigene Darstellung nach Umfrageergebnissen)

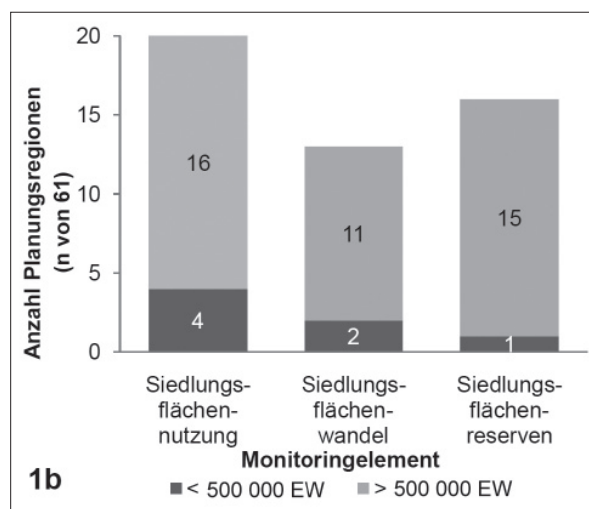


Abb. 1b: Anwendung verschiedener Monitoringelemente (Quelle: eigene Darstellung nach Umfrageergebnissen)

Regionen mit über 500 000 Einwohnern wenden das Instrument signifikant häufiger an als Regionen mit weniger als 500 000 Einwohnern (vgl. Abb. 1b).

Die Diskrepanz zwischen der Bedeutungseinschätzung und dem tatsächlichen Instrumenteneinsatz begründet sich bei den einzelnen Monitoringelementen unterschiedlich. So wird bei der Erhebung von Siedlungsflächennutzung- und -wandel am häufigsten die Nutzung anderer Daten (z. B. ATKIS¹) benannt (30 % bzw. 23 %). Daneben spielen auch fehlende personelle oder finanzielle Ressourcen eine größere Rolle (21 %). Wenige Planungsregionen planen noch den Aufbau dieser Monitoringelemente (2 % bzw. 7 %).

Bei der Erhebung der Siedlungsflächenreserven dominieren dagegen fehlende Ressourcen als Grund für die Nichtanwendung des Instrumentes (20 %). Im Vergleich mit der Erhebung von Siedlungsflächennutzung und -wandel werden andere Daten hier weniger genutzt (7 %), dafür planen mehr Regionen den Aufbau des Monitoringelementes (15 %).

3.2 Motivation zur Beobachtung des Siedlungsraumes

Sofern der Siedlungsraum beobachtet wird, erfolgt dies überwiegend aus eigener fachlich oder politisch motivierter Initiative der Planungsregionen heraus. Eine fixierte rechtliche Grundlage besteht, gemäß der Umfragen, lediglich im Landesplanungsgesetz von NRW, wengleich auch in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg landesweite Initiativen bzw. Ansätze vorliegen. Während bei der Erhebung von Siedlungsflächenbestand und -wandel kein räumlicher Schwerpunkt erkennbar ist, sind die Erhebungsregionen von Siedlungsflächenreserven überwiegend in den alten Bundesländern bzw. in eher höher verdichteten Räumen und da, wo positiv-allokative regionalplanerische Siedlungssteuerungsmodelle bestehen, verortet.

Die Umfragen ergeben, dass die betrachteten Monitoringelemente im Durchschnitt unterschiedlich lange angewandt werden. Erhebungen zur Siedlungsflächennutzung erfolgen im Durchschnitt bereits seit 1998, Erhebungen zum Siedlungsflächenwandel seit 2002. Die Erhebung von Siedlungsflächenreserven, als eher „junges Thema“, erfolgt dagegen im Durchschnitt der Erhebungsregionen erst seit 2007, auch wurde in den meisten Regionen bislang nur die Ersterhebung und noch keine Fortschreibung der Daten durchgeführt.

3.3 Datengrundlagen und Verwendung der erhobenen Daten

Zur Beobachtung der Siedlungsflächennutzung und des Siedlungsflächenwandels werden überwiegend Luft- und Satellitenbilder/Orthofotos (65 %) sowie ATKIS-Daten (55 %)

¹ ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem).

herangezogen. Nach Ergebnissen der Umfrage 2007 werden Luft- und Satellitenbilder ausschließlich manuell interpretiert, automatisierte rechnergestützte Klassifizierungen werden nicht angewandt. Weniger häufig dienen ALK/ALB/ALKIS-Daten² (35 %) und Vor-Ort-Begehungen (30 %) als Datengrundlagen. Keine Planungsregion gab an, dass sie veräumlichte Zensus-Daten, beispielsweise zur Wohnungsleerständen, erhalten wird.

Bei der Erhebung von Siedlungsflächenreserven dominiert die Auswertung von kommunalen Bauleitplänen (100 %) in Kombination mit Luft- und Satellitenbildern (75 %) und ALK/ALB/ALKIS-Daten (65 %). In geringerem Umfang werden hier ATKIS-Daten (47 %) und Vor-Ort-Begehungen (27 %) verwendet. Grundsätzlich erfolgt bei allen drei Monitoringelementen eine Betrachtung bzw. Analyse mehrerer Datenquellen.

Die erhobenen Daten dienen den Planungsregionen in erster Linie zur Raumbeobachtung bzw. als Informationsgrundlage (100 %). Ein großer Teil der Erhebungsregionen setzt die Daten zudem zur Siedlungsflächenbedarfsermittlung bzw. im Rahmen der planerischen Abwägung ein (75 %). Einige Planungsregionen geben an, die Daten für Evaluation/Controlling oder für Trendanalysen zu verwenden (35 %). Kaum genutzt werden die Informationen zur weiteren Verwendung in einem Flächenmanagement oder zur Flächenvermarktung (15 %). Eine Mehrfachnutzung der erhobenen Daten erfolgt in einem eher eingeschränkten Umfang.

3.4 Erhebungsverfahren von Siedlungsflächenreserven

Aus den Umfragen ergeben sich grundsätzlich drei methodische Ansätze zur Erhebung von Siedlungsflächenreserven. Bei dem „Alleinerhebungsverfahren“ (Methode A) erhebt die Regionalplanung die Reserveflächen ohne kommunale Mitarbeit, bei dem „Abfrageverfahren“ (Methode B) übergeben die Kommunen auf Anfrage Daten zu den Reserveflächen der Regionalplanung, die die Daten folgend in einer regionalen Übersicht zusammenstellt. Bei dem „Vorerhebungsverfahren“ (Methode C) führt die Regionalplanung oder das Land eine nach einheitlichen Kriterien angelegte Erhebung von Rohdaten für den gesamten Planungsraum durch. Die Rohdaten werden in einem weiteren Arbeitsschritt von den Kommunen bewertet, ggf. ergänzt und um die erforderlichen Informationen angereichert. Dies kann in Form von sogenannten Erhebungsgesprächen oder dezentral über webGIS-basierte Anwendungen bzw. über den Austausch von Geodaten erfolgen (vgl. Abb. 2a). Rund 80 % der Erhebungsregionen berücksichtigen das lokale Expertenwissen bei Erhebung von Siedlungsflächenreserven.

² ALK (Automatisiertes Liegenschaftskataster), ALB (Automatisiertes Liegenschaftsbuch), ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem).

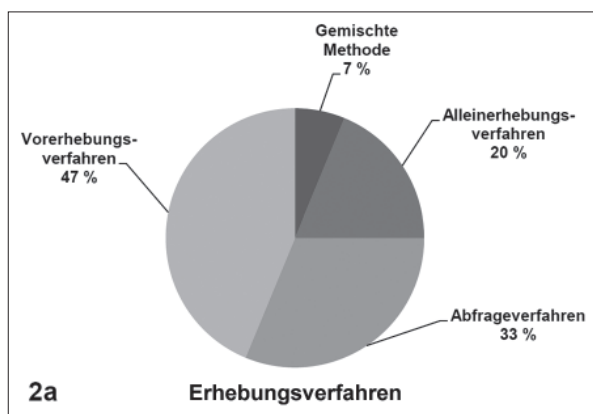


Abb. 2a: Anteile der Erhebungsverfahren von Siedlungsflächenreserven (Quelle: eigene Darstellung nach Umfrageergebnissen)

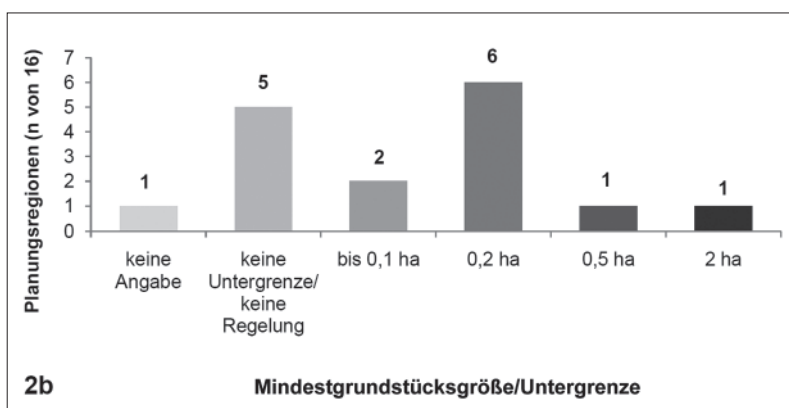


Abb. 2b: Mindestgrundstücksgrößen von Siedlungsflächenreserven, Untergrenzen (Quelle: eigene Darstellung nach Umfrageergebnissen)

3.5 Art der erhobenen Siedlungsflächenreserven

Von allen Erhebungsregionen werden klassische, unbebaute Wohnreserven mit entsprechender Darstellung in den Flächennutzungsplänen erfasst. Nicht alle Regionen erheben dagegen Reserven in Gewerblichen Bauflächen (94 %), in Gemischten Bauflächen (81 %) und in Sondergebieten (44 %). Ergänzend erfolgt eine Erfassung von Siedlungsflächenreserven auf Brachflächen von 11 der 16 Erhebungsregionen und eine Erhebung von Nachverdichtungspotenzialen von 5 der 16 Erhebungsregionen. Veräumlichte Informationen zu Leerständen und/oder Problemimmobilien im Wohnungsbau liegen flächendeckend in keiner Region vor, zu gewerblichen Leerständen in einer Region.

Während die Betrachtung von Siedlungsflächenbestand und -wandel eher generalisiert erfolgt (63 % der Erhebungsregionen beobachten Siedlungsbereiche „großräumig“), werden Siedlungsflächenreserven kleinräumiger erhoben. Hier geben 56 % der Erhebungsregionen an, Baulücken zu erheben und 69 % verwenden als Kartenhintergrund die DGK5 oder die parzellenscharfe ALK. Allerdings gibt es hinsichtlich der Mindestgrundstücksgröße häufig keine klare Regelung oder eine Beschränkung der Erfassung von Flächen gleich oder größer 2 000 m². Nur zwei Regionen benennen eine flächendeckende Erfassung aller Reserven unterhalb von 2 000 m².

3.6 Erhobene Informationen zu Siedlungsflächenreserven

GIS-basierte Verfahren erlauben im Gegensatz zu grafisch dominierten Flächenerfassungen (z. B. in CAD³) ein Mitführen von Informationen zu jeder einzelnen Fläche. Jede der Erhebungsregionen führt Informationen zum vorhandenen Planungsrecht. Häufig (43 % bis 64 %) erhoben werden zudem Informationen zu eventuellen Restriktionen, eine Lagekategorie (z. B. innerörtlich) und die zeitliche Verfügbarkeit. Weniger häufig (14 % bis 36 %) erhoben werden Flächenbezeichnungen (z. B. Adresse), gar nicht erhoben werden Informationen zu Vermarktungsaspekten (z. B. Bodenpreis, Vermarkter), was mit der Datenverwendung (siehe 3.3) korrespondiert. Einige Regionen (38 %) führen systematische Bewertungen oder Erhebungen zur Flächeneignung der einzelnen Flächenreserven durch. Derartige Erkenntnisse können als Basisinformationen in den Aufbau eines Flächenmanagements einfließen, vor allem aber den zuweilen eher quantitativen Ansatz des Instrumentes um qualitative Aspekte ergänzen.

3.7 GIS-Einsatz allgemein

Im Gegensatz zu kommunalen Anwendungsfeldern stellt sich die Frage des Software-Einsatzes bei kartografisch-analytischen Aufgaben auf der Ebene der Regionalplanung weniger. Geoinformationssoftware wird hier nahezu flächendeckend (59 von 60 Regionen) eingesetzt, dies bei 74 % der Regionen bereits seit 15 Jahren oder länger. Allerdings zeigt sich, dass die analytischen Möglichkeiten der GIS-Software nicht voll ausgeschöpft werden. Komplexere GIS-Funktionalitäten (z. B. Bilanzierung, analytische Datenverschnitte) werden nicht von allen Regionen genutzt, während nahezu alle Planungsregionen die Software zur Datenbetrachtung und -erfassung sowie zur kartografischen Erstellung des Regionalplanes einsetzen. Bei analytischen Raumbezügen werden überwiegend administrative Grenzen (z. B. Gemeinde) und kaum Bezüge unterhalb der Gemeindeebene oder auf Basis nicht-administrativer Grenzen (z. B. Raster, Raumtypen) verwendet.

³ CAD (Computer-Aided Design).

4 Fazit, Bewertung und Empfehlungen

Die Regionalplanungsregionen bescheinigen dem Siedlungsflächenmonitoring eine hohe Bedeutung. Differenziertes Wissen über den Siedlungsraum kann sowohl die Rolle und Akzeptanz der Regionalplanung als auch deren Überzeugungs- und Steuerungskraft stärken. Gemessen an der Bedeutung erfolgt die Anwendung des Instrumentes jedoch nicht adäquat. Gründe liegen in der zunehmend besseren Datenqualität der Geobasisdaten aber auch in fehlenden personellen oder finanziellen Ressourcen. Nur wenige Regionen planen in den nächsten Jahren noch eigene Datenbestände zur Beobachtung von Siedlungsflächennutzung oder -wandel aufzubauen, auch hat die Anwendung seit 2007 nicht relevant zugenommen. Insbesondere indikatorenbasierte, multitemporal angelegte Instrumente zur Auswertung von Geobasisdaten wie der IÖR-Monitor, können mindestens ergänzend die regionalplanerischen Fragestellungen bedienen, wobei hier bei vielen anwendungsbezogenen Fragestellungen eine weitergehende Verknüpfung mit Planungsdaten (u. a. Bauleitplänen/Raumordnungsplänen) erforderlich wird.

Bei der Erhebung von Siedlungsflächenreserven sind dagegen hinausgehende Informationen zu erheben, die den Einbezug lokalen Expertenwissens erfordern. Es ist anzunehmen, dass die Erhebung von Siedlungsflächenreserven aufgrund der aktuellen BauGB-Novelle, wonach „Möglichkeiten der Innenentwicklung“ nach §1a Abs. 2 BauGB vor weiterer Freirauminanspruchnahme von den Kommunen zu ermitteln sind, künftig weiter an Bedeutung gewinnen wird. Als methodischer „Goldstandard“ bei der Erhebung von Siedlungsflächenreserven zeichnet sich das Vorerhebungsverfahren ab (vgl. 3.4). Die Methode führt zu einer Erhebung von konsistenten einheitlichen Daten für den gesamten Planungsraum bei einer zugleich hohen Akzeptanz der beteiligten Akteure. Dabei ist auf eine ausreichende Erhebungsgenauigkeit zu achten. Wenn man in einer Region die Innenentwicklung voranbringen möchte, geht dies nicht ohne den oft parzellenscharfen Blick auf die Innenreserven (vgl. Scholl 2011, 287-288). Derzeit erheben viele Planungsregionen Siedlungsflächenreserven erst ab 2 000 m² und größer. Im Ruhrgebiet zeigen die Ergebnisse der *ruhrFIS*-Erhebung, dass der Anteil der planerisch verfügbaren Siedlungsflächenreserven kleiner als 2 000 m² rund 20 % beträgt.

Zur Entlastung der regionalen und kommunalen Planungsebene sowie zur Erzielung vergleichbarer Daten könnte eine landesweite periodische Bereitstellung eines einheitlich erhobenen Rohdatensatzes, wie in Rheinland-Pfalz umgesetzt (vgl. MWKEL 2010), zur weiteren Qualifizierung durch die Regionalplanung bzw. die Kommunen sinnvoll sein. Valide Rohdaten setzen allerdings vektorisierte Geodaten der geltenden Flächennutzungspläne voraus, die derzeit nur in etwa einem Viertel der Regionen flächendeckend vorliegen. Mittel- bis langfristig ist aber auch hier, u. a. in Folge der INSPIRE-Richtlinie, eine verbesserte Datenlage anzunehmen.

Wünschenswert ist daneben ein inhaltlicher Austausch zwischen den Planungsregionen und -ebenen, um Begriffe, Methoden und Indikatoren aufeinander abzustimmen und zu schärfen. Dabei sollte der Anspruch an ein Siedlungsflächenmonitoring über die alleinige Erhebung und Bilanzierung von Siedlungsflächenreserven hinaus gehen und sich über eine indikatorenbasierte Beobachtung des Flächenwandels sowie der Veränderungsprozesse im Siedlungsbestand einer operationalisierten Evaluation der landes- und regionalplanerischen Ziele nähern. Je nach Auswahl der Indikatoren können die bekannten Lücken der amtlichen Flächenstatistik, wie die bislang statistisch gleichbleibende Flächenbilanz bei Abriss und Neubau auf unveränderter Flächenkategorie, geschlossen und zudem qualitative Perspektiven etwa über Bezüge zur technischen und sozialen Infrastruktur eingenommen werden. Auch eine Verwertung der Ergebnisse für weitergehende Nutzungen wie Kommunikation und regionales Flächenmanagement erscheint zweckdienlich, um das Datenpotenzial weitgehender auszuschöpfen. Zur Vermeidung von Doppel- und Übererhebungen sollte darauf geachtet werden, dass die Ergebnisse im Gefüge des Planungssystems sowohl horizontal als auch vertikal nach oben und unten verwendet oder sachbezogen weiterqualifiziert werden können. Klare „Meldewege und Verantwortlichkeiten“ (BMVBS 2012, 26) können hier unterstützend wirken.

Insgesamt zeigen die Befragungen und bisherigen Erkenntnisse, dass ein GIS-gestütztes und kooperativ ausgestaltetes Siedlungsflächenmonitoring, insbesondere an der Schnittstelle zwischen Regionalplanung und Bauleitplanung, einen bedeutsamen Beitrag zu einer sachlichen Koordination der Planungsaufgaben mit Mehrwerten für beide Planungsebenen leisten kann.

5 Literatur

- Birkmann, J. (2005): Monitoring. In: Handwörterbuch der Raumordnung. 4. Aufl. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 669.
- Beckord, C.; Iwer, N. (2012): Regionales kooperatives Flächenmonitoring im Ruhrgebiet. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring IV. Genauere Daten – informierte Akteure – praktisches Handeln. Berlin, IÖR Schriften 60, 3-10.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2012): Regionalplanerische Instrumente zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme. Bonn, 26.
- MWKEL – Ministerium für Wirtschaft, Energie, Klimaschutz und Landesplanung Rheinland-Pfalz (Hrsg.) (2010): Raum+ Rheinland-Pfalz 2010 – Rheinland-Pfalz erkennt seine Chancen. Mainz.
- RVR – Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2011): ruhrFIS-Flächeninformationssystem Ruhr, Erhebung der Siedlungsflächenreserven 2011. Essen.

Scholl, B. (2011): Methoden, Einordnung sowie Denkmuster für Einsatz und Umgang in der Raumplanung. In: Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 287-288.

Windkraft-Anlagendichte in Raumordnungsgebieten im Spiegel des Raumordnungsplan-Monitors

Klaus Einig, Brigitte Zaspel

Zusammenfassung

Die Windenergie ist unter den Trägern erneuerbarer Energien die wichtigste Stromquelle. Um auch in Zukunft einen stabilen Wachstumstrend gewährleisten zu können, muss ein ausreichendes Angebot planungsrechtlich gesicherter Flächen vorhanden sein. Der Beitrag richtet den Blick auf den Bestand von Raumordnungsgebieten für Windkraftnutzung in Regionalplänen, die Dichte der Bebauung und die jeweils installierte Leistung. Grundlage der Untersuchung sind der im BBSR geführte Raumordnungsplan-Monitor, der Vektordaten der Raumordnungsgebiete verbindlicher Regionalpläne enthält sowie eine vom BBSR aufgebaute standortscharfe Windanlagen-Datenbank. Hierdurch ist erstmalig eine bundesweite geo-statistische Verschneidung von Raumordnungsgebieten und Anlagenstandorten möglich.

Bundesweit befindet sich etwa die Hälfte aller Anlagen in von der Regionalplanung ausgewiesenen Raumordnungsgebieten für Windkraftnutzung. Die durchschnittliche Anlagendichte der Regionen ist heterogen und zeigt kein eindeutiges länderspezifisches Muster. Im Ländervergleich zeigen sich im Saarland, in Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Baden-Württemberg besonders hohe Anlagendichten, während Rheinland-Pfalz, Bayern und Nordrhein-Westfalen geringe Dichten aufweisen. Ebenfalls das Saarland sowie die Länder Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Sachsen-Anhalt können zudem eine hohe durchschnittliche Installationsleistung verzeichnen.

1 Einführung

Die Windenergie ist das Zugpferd der Energiewende. In den letzten 15 Jahren lag der jährliche Zuwachs ihrer installierten Leistung im Schnitt bei 2 000 Megawatt. Eine deutliche Steigerung ist seit 2012 zu beobachten. Im vergangenen Jahr kamen 998 Neuanlagen mit einem Leistungsvermögen von 2 415 MW hinzu (Deutsche WindGard 2013; Ender 2013, 32). Die Zahl der Windenergieanlagen (WEA) hat sich inzwischen auf 23 030 vergrößert (Bundesverband Windenergie 2013). 2013 wird mit einem noch stärkeren Anlagen- und Leistungszuwachs gerechnet. Voraussetzung für diesen langjährigen stabilen Wachstumstrend ist ein ausreichendes Angebot planungsrechtlich gesicherter Flächen (Einig, Heilmann, Zaspel 2011). Da keine Fachplanung für Windkraft existiert, kommt den Festlegungen der Regionalplanung eine Fachplanung ersetzende

Funktion zu. WEA werden fast nur noch auf Standorten genehmigt, die entweder innerhalb von Raumordnungsgebieten für Windkraftnutzung verortet sind oder die auf Konzentrationszonen liegen, welche die kommunale Bauleitplanung gesichert hat. Man kann deshalb davon sprechen, dass der zukünftige Ausbaupfad der Windenergienutzung entscheidend von der Angebotsplanung öffentlicher Planungsträger abhängt. Für die Dimensionierung des Standortangebotes für den Bau von WEA sind die Flächen, die durch Regionalpläne für die Windkraftnutzung bereitgestellt werden, die entscheidende Determinante. Denn der Umfang planungsrechtlich gesicherter Flächen für den Bau von WEA ist deutschlandweit durch die Regionalplanung erheblich größer als das Flächenangebot kommunaler Bauleitpläne. Grund genug sich einmal genauer mit dem Bestand von Raumordnungsgebieten für Windkraftnutzung, ihrer Dichte der Bebauung und der jeweils installierten Leistung zu beschäftigen.

2 Steuerung des Baues von Windenergieanlagen durch die Regionalplanung

Durch Festlegung von Konzentrationszonen und Ausschlussgebieten für WEA kann die Regionalplanung raumbedeutsame Bauvorhaben auf geeignete Standorte lenken und von ungeeigneten Standorten abwehren. Die Ausweisungspraxis von Raumordnungsgebieten für Windkraftnutzung durch die Regionalplanung bestimmt daher in Deutschland entscheidend das Standortangebot für den Bau von WEA und determiniert damit die an Land installierbare Windenergieleistung.

Verbindliche gebietsscharfe Festlegungen definiert das Raumordnungsgesetz (ROG) als Raumordnungsgebiete. § 8 Abs. 7 ROG bestimmt die vier Grundtypen von Raumordnungsgebieten, die der Raumordnung zur Steuerung des Baues von Windkraftanlagen grundsätzlich zur Verfügung stehen:

- Vorranggebiete für Windenergie statten die Nutzung von Standorten zum Zweck des Baues von WEA mit einem Vorrang aus.
- Vorbehaltsgebiete verschaffen dem Belang der Windenergienutzung in Abwägungsentscheidungen gegenüber konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen ein erhöhtes Gewicht.
- Eignungsgebiete für WEA sind nach herrschender Meinung innergebietlich mit einem Vorbehaltsgebiet vergleichbar. Sie besitzen eine außergebietliche Ausschlusswirkung, durch die WEA-Bau außerhalb der Eignungsgebiete im restlichen Gebiet eines Regionalplanes vollständig verhindert wird.
- Vorranggebiete mit kombinierter Ausschlusswirkung weisen eine innergebietliche Konzentrations- und Vorrangwirkung als auch eine außergebietliche Ausschlusswirkung auf. Sie stellen damit das restriktivste Instrument zur Steuerung des Baues von WEA dar, auf das die Regionalplanung zurückgreifen kann.

Einen landesspezifischen Sondertyp stellen eigenständige Ausschlussgebiete dar, in denen keine raumbedeutsamen WEA errichtet werden dürfen.

Planzeichenverordnungen und Windenergieerlasse der Länder, Landesplanungsgesetze und die Vorgaben der Landesentwicklungspläne bestimmen, welcher Raumordnungsgebietstyp der Regionalplanung praktisch zur Steuerung der Windenergie zur Verfügung steht. So haben sich unterschiedliche Steuerungsregime in den Ländern entwickelt. Die zum Stichtag 31.12.2012 in verbindlichen Regionalplänen eingesetzten Steuerungsinstrumente zeigt Abbildung 2.

3 Planungsrechtlich gesicherten Flächen für die Windkraftnutzung

In Deutschland gibt es 113 Planungsregionen der Regionalplanung. Zudem wird das Saarland ebenfalls in die Untersuchung einbezogen, da hier die Landesentwicklungspläne die Regionalplanung ersetzen. Insgesamt werden somit deutschlandweit 114 regio-

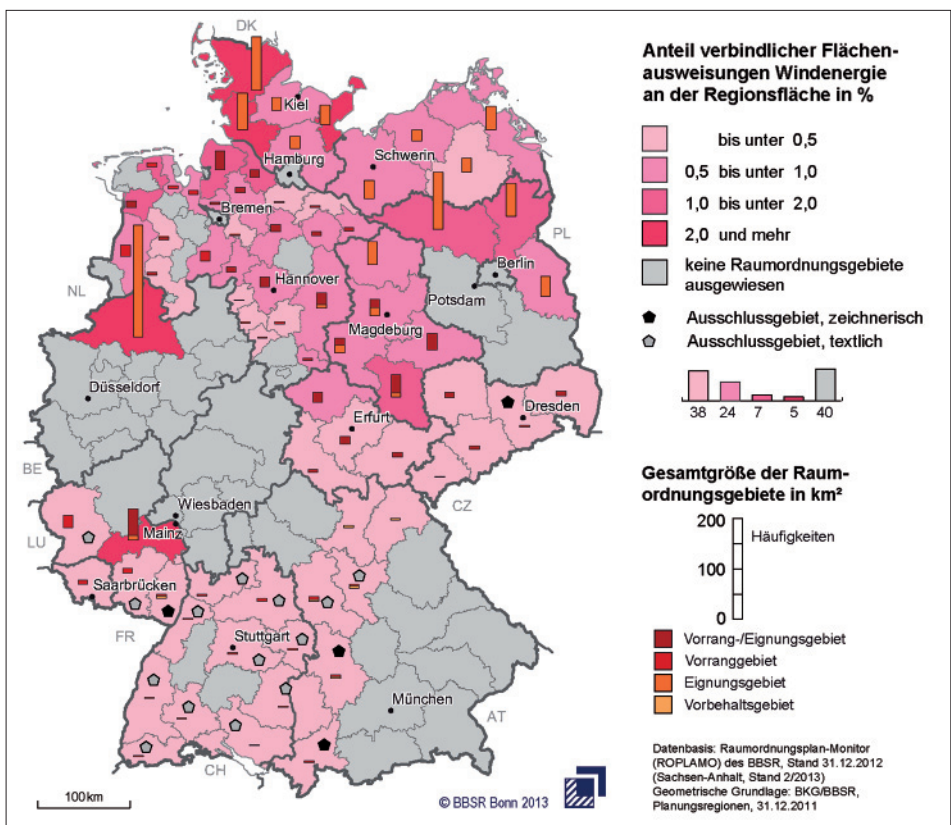


Abb. 1: In Regionalplänen rechtsgültig ausgewiesene Raumordnungsgebiete für Windkraftnutzung und ihr Anteil an der Planungsregion (Quelle: eigene Berechnung)

nale Planungsräume unterschieden. Stichtag der Untersuchung ist der 31.12.2012. Sachsen-Anhalt ist in dieser Untersuchung ein Sonderfall. Da zwei Regionalpläne im Februar 2013 in Kraft getreten sind, wurden ihre gebietlichen Festlegungen noch zum Untersuchungszeitraum dazu gerechnet.

Nicht in jeder Planungsregion war zum Stichtag der Untersuchung ein Regionalplan mit Raumordnungsgebieten zur Steuerung des Baues von WEA in Kraft (siehe Abb. 1). Warum in einzelnen Regionen im Untersuchungszeitraum keine rechtsgültigen gebietlichen Festlegungen zur Steuerung des Baues von WEA vorliegen, kann unterschiedliche Gründe haben. In zahlreichen Fällen wurden in Kraft befindliche Pläne und ihre gebietlichen Festlegungen durch Gerichtsentscheidungen aufgehoben. In einigen Regionen hat der Träger der Regionalplanung aber bewusst auf die Ausweisung von Raumordnungsgebieten verzichtet.

Im Länderranking ist der eindeutige Spitzenreiter das Land Schleswig-Holstein. Von seinem Landesgebiet wird ein Anteil von 1,7 % durch Raumordnungsgebiete für Windkraft gesichert. Es folgen Sachsen-Anhalt (0,9 %), Brandenburg (0,75 %) und Nordrhein-Westfalen (0,65 %). Ganz am Ende der Skala stehen Bayern (0,05 %) und Baden-Württemberg (0,08 %). Diese Länderdifferenzen haben ihren Ursprung nicht nur in Unterschieden des Anteils naturschutzrechtlich geschützter Gebiete oder des faktischen Windpotenzials, sondern auch in bewussten Planungsentscheidungen. So verfügen die Länder des Südens, die erst eine kleine Fläche für die Windkraftnutzung planungsrechtlich gesichert haben, über ein sehr viel größeres geeignetes Flächenpotenzial zum Bau von WEA (Bofinger, Callies, Scheibe, Saint-Drenan, Rohrig 2011). Dies hat kürzlich eine

weitere bundesweite Untersuchung erneut belegt (Lütkehus, Salecker, Adlunger 2013, 35). Mit einem Anteil von 30,4 % an der Fläche Deutschlands erreichen Baden-Württemberg, Bayern und das Saarland zusammen einen Anteil von 31,0 % am bundesdeutschen Flächenpotenzial für den Bau von WEA.

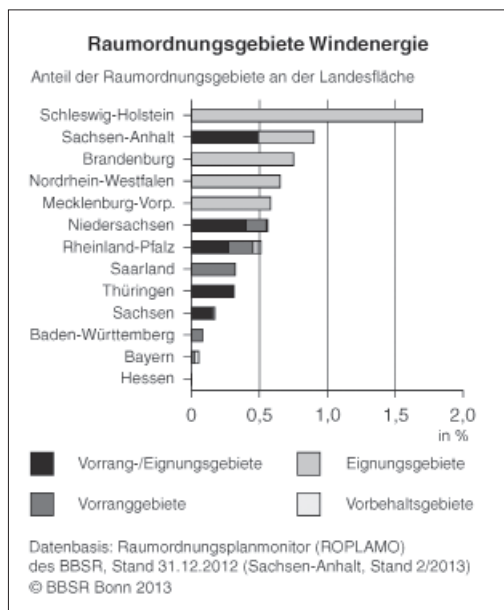


Abb. 2: Durch Raumordnungsgebiete und ihre unterschiedlichen Typen planerisch für die Windkraft gesicherter Landesanteil (Quelle: eigene Berechnung)

4 Räumliche Verteilung von WEA

Bisher ist nicht bekannt, wie sich in Deutschland die gebauten WEA auf die bereits ausgewiesenen Raumordnungsgebiete verteilen. Verschneidungsoperationen mit einem Geografischen Informationssystem wurden deutschlandweit bisher durch unzureichende Datengrundlagen limitiert (Einig, Heilmann, Zaspel 2011). Zwar enthält das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) auch standortscharfe Geodaten von errichteten WEA. Allerdings ist ihre Aktualität nicht befriedigend. Zudem fehlen Leistungsangaben. Der erfasste Anlagenbestand weist außerdem eine erhebliche Untererfassung auf. Hier ist die Betreiber-Datenbasis (BDB) deutlich genauer. Zum aktuellsten Stand liegen Errichtungsdaten von 23 014 WEA vor. Dies entspricht fast genau dem Anlagenbestand, den die Deutsche WindGard zum 31.12.2012 ausweist. Die Betreiber-Datenbasis erfasst Errichtungs- und Produktionsdaten von Windanlagen in Deutschland allerdings nur auf der Ebene von Postleitzahlbezirken. Für eine Verschneidung von Anlagendaten und Raumordnungsgebieten ist diese Datengrundlage daher nicht geeignet. Aufgrund der unzureichenden Datenlage wurde im BBSR eine eigene Anlagendatenbank für das Bundesgebiet aufgebaut. Hierzu wurden für jedes Land standortscharfe Anlagendaten von Trägern der Regional- und Landesplanung, Zulassungsstellen und Genehmigungsbehörden sowie Energieagenturen beschafft und in einer Geodatenbank zusammengeführt. Da in Niedersachsen keine präzisen Anlagendaten für das gesamte Landesgebiet vorlagen, wurden als Substitut ATKIS-Anlagendaten verwendet. Ohne Niedersachsen sind in der BBSR-Anlagendatenbank insgesamt 16 548 WEA erfasst, mit Niedersachsen sind es 21 575. Ohne die Anlagendaten für Niedersachsen umfasst die BBSR-Anlagendatenbank im Vergleich zum ATKIS-Datenbestand 6 % mehr Anlagen, gegenüber der Betreiber-Datenbasis (BDB) enthält sie um 5,4 % weniger Anlagen.

Um die erfassten Anlagendaten sinnvoll auf rechtsgültige Raumordnungsgebiete beziehen zu können, muss die spezifische räumliche Schärfe der gebietlichen Ausweisungen von Raumordnungsplänen berücksichtigt werden. Aufgrund des relativ kleinen Maßstabs der Raumordnungspläne (1:50 000 bzw. 1:100 000) erfolgen in den Karten vielfach vereinfachte Darstellungen, um die Lesbarkeit und Verständlichkeit der Plankarte zu erhalten. Zudem haben Festlegungen von Regionalplänen einen eher abstrakten Steuerungsanspruch und setzen diesen mit einem niedrig angesetzten Konkretisierungsgrad ihrer zeichnerischen Darstellungen um. Unabhängig vom Darstellungsmaßstab weisen Raumordnungsgebiete somit eine verhältnismäßige Randunschärfe auf, die durch die Art der grafischen Visualisierung noch zusätzlich verstärkt (bei Punktrastern und Schraffuren) oder abgeschwächt werden kann (durchgezogene Außenlinie zur Flächenbegrenzung).

Berücksichtigt man diesen Sachverhalt einer zum Gebietsrand abnehmenden Schärfe, dann können Anlagen, die in direkter Nachbarschaft eines Raumordnungsgebietes verortet sind, nach der Intention des Plangebers noch dem Geltungsbereich eines benachbar-

ten Raumordnungsgebietes zugeordnet werden. Eine genaue Regel, ab welcher Distanz eine Anlage nicht mehr zu einem Raumordnungsgebiet gezählt werden sollte, lässt sich aus der raumordnungsrechtlichen Literatur aber nicht ableiten. Für diese Untersuchung wurden die Polygone der Raumordnungsgebiete mit bis zu 100 Meter weiten Puffern versehen, um die planerisch intendierte Randunschärfe ausreichend zu berücksichtigen. Die Anlagen, die innerhalb eines 100-m-Puffers verortet sind, wurden dem jeweiligen Raumordnungsgebiet zugeordnet. Eine entsprechende Pufferung hat auch den Vorteil, dass Ungenauigkeiten der Anlagenkartierung ausgeglichen werden können.

Mittels ROPLAMO-Daten wurden insgesamt 1 890 Raumordnungsgebiete für Windkraftnutzungen, die zum Stichtag der Untersuchung in Kraft waren, der Untersuchung zu Grunde gelegt. Davon sind in 1 394 Raumordnungsgebieten WEA errichtet worden. Berücksichtigt man die Anlagen, die im 100-m-Puffer um Raumordnungsgebiete verortet sind, dann befinden sich 51 % des deutschen Anlagenbestandes an Land in Raumordnungsgebieten und der angrenzenden Pufferzone. Allein auf die Pufferzone entfällt 10 % des Anlagenbestandes.

Logischerweise erreichen die Länder, in denen viele Planungsregionen bereits Raumordnungsgebiete für Windkraft ausgewiesen haben, in der Regel eine höhere Konzentration von WEA in Raumordnungsgebieten. Insbesondere in erst kürzlich ausgewiesenen Raumordnungsgebieten sind meistens noch keine Anlagen errichtet. Es sind aber auch Fälle von alten Raumordnungsgebieten ohne Anlagen nachweisbar. So können Artenschutzbelange, eine fehlende Verpachtungsbereitschaft der Grundeigentümer oder technische Erschließungsprobleme eine bauliche Nutzung von Raumordnungsgebieten für Windkraft vereiteln. Möglich ist aber auch, dass von Seiten der Regionalplanung – bewusst oder unbewusst – Standorte planerisch gesichert wurden, die sich grundsätzlich nicht für eine Windkraftnutzung eignen, weil z. B. die Windhöufigkeit zu niedrig ist. Während beispielsweise in Schleswig-Holstein ein verhältnismäßig hoher Anteil von Raumordnungsgebieten ohne Anlagen festzustellen ist, weil Ende 2012 in allen Planungsregionen neu in Kraft getretene Teilfortschreibungen für Windkraft fast zu einer Verdopplung des Gebietsbestandes geführt haben, geht in Baden-Württemberg und Bayern der hohe Anteilswert mit „leeren“ Gebieten in erster Linie auf Ausweisung von Standorten zurück, die im Nachhinein als ungeeignet bewertet werden müssen. Es ist daher auch nicht verwunderlich, dass die neue Regierung von Baden-Württemberg alle in Kraft befindlichen gebietlichen Ausweisungen der Regionalplanung zur Steuerung der Windkraft Anfang 2013 aufgehoben hat.

Wie stark sich der Bau von WEA in den einzelnen Planungsregionen auf Raumordnungsgebiete konzentriert, ist sehr unterschiedlich ausgeprägt. Den höchsten Anteil findet man in der Region Rheinpfalz. Hier wurden 96 % der errichteten WEA in Raumordnungsgebieten gebaut. Deutliche landesspezifische Unterschiede konnten allerdings nicht festgestellt werden. In allen Ländern, deren Regionalplanung gebietliche Festlegungen zur Windkraft vorgenommen hat, finden sich Planungsregionen mit einer geringeren und einer hohen Anlagenkonzentration in Raumordnungsgebieten.

So sind von den insgesamt 74 Planungsregionen, die gebietliche Festlegungen zur Windkraft aufweisen, allein in 28 Regionen über 75 % aller errichteten WEA in Raumordnungsgebieten verortet und in weiteren 30 Planungsregionen finden sich mindestens 50 % bis 75 % des WEA-Bestandes in Raumordnungsgebieten. In nur 13 Planungsregionen liegt der Anteil in Raumordnungsgebieten gebauten Anlagen über 25 % bis 50 %. Nur zwei Planungsregionen erreichen einen Konzentrationswert von bis zu 25 % des Anlagenbestandes in Raumordnungsgebieten. Der niedrigste Anteilswert ist in der Region Mittlerer Oberrhein dokumentiert, wo bisher keine einzige WEA in einem Raumordnungsgebiet errichtet worden ist. Insgesamt kann man somit der Regionalplanung eine konzentrationsfördernde Wirkung bescheinigen, wenn sie zur räumlichen Steuerung der Windkraftnutzung Raumordnungsgebiete ausweist.

5 Anlagendichte in den Raumordnungsgebieten

Besonders interessant ist die Beurteilung der baulichen Auslastung von Raumordnungsgebieten. Zu ihrer Abschätzung wird als Indikator die spezifische Anlagendichte errechnet. Dieser Wert bezieht sich auf die Anzahl gebauter WEA je Quadratkilometer Raumordnungsgebietsfläche und kann daher nur für die Gebiete berechnet werden, wo bereits WEA gebaut sind.

Um den Effekt der randlichen Unschärfe von Raumordnungsgebieten bei der Zuordnung von WEA zu berücksichtigen, wurden in der 100-m-Pufferzone drei Teilzonen (bis 25 m, bis 50 m und bis 100 m) unterschieden. Bei der Berechnung der spezifischen Anlagendichte wurde nicht nur die Raumordnungsgebietsfläche einbezogen, sondern auch die Fläche der jeweiligen Distanzzone auf der WEA ihren Standort haben.

Im deutschlandweiten Mittel beträgt die Anlagendichte 8 Anlagen je km² Raumordnungsgebietsfläche. Planungsregionen mit sehr hohen Anlagendichten, d. h. größer als 12 Anlagen je km² Raumordnungsgebietsfläche, finden sich in sehr unterschiedlichen Landschaftsräumen. Deutschlandweit erreichen insgesamt dreizehn Planungsregionen eine sehr hohe durchschnittliche Anlagendichte. In Sachsen ist dies das Obere Elbtal-Osterzgebirge, in Mecklenburg-Vorpommern die Mecklenburgische Seenplatte, in Niedersachsen die Landkreise Wittmund, Friesland, Cuxhaven Harburg, Holzminden, Lüchow-Dannenberg, Schaumburg, Osnabrück, Cloppenburg, Osterholz und in Baden-Württemberg der Untere Neckar.

Betrachtet man die Anlagendichte im Ländervergleich, so ergibt sich ein unerwartetes Ranking. Besonders hohe Anlagendichten sind im Saarland, in Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Baden-Württemberg nachweisbar. Sehr geringe durchschnittliche Anlagendichten konnten in Rheinland-Pfalz, Bayern und Nordrhein-Westfalen ermittelt werden. Im Mittelfeld liegen Sachsen, Schleswig-Holstein, Thüringen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt.

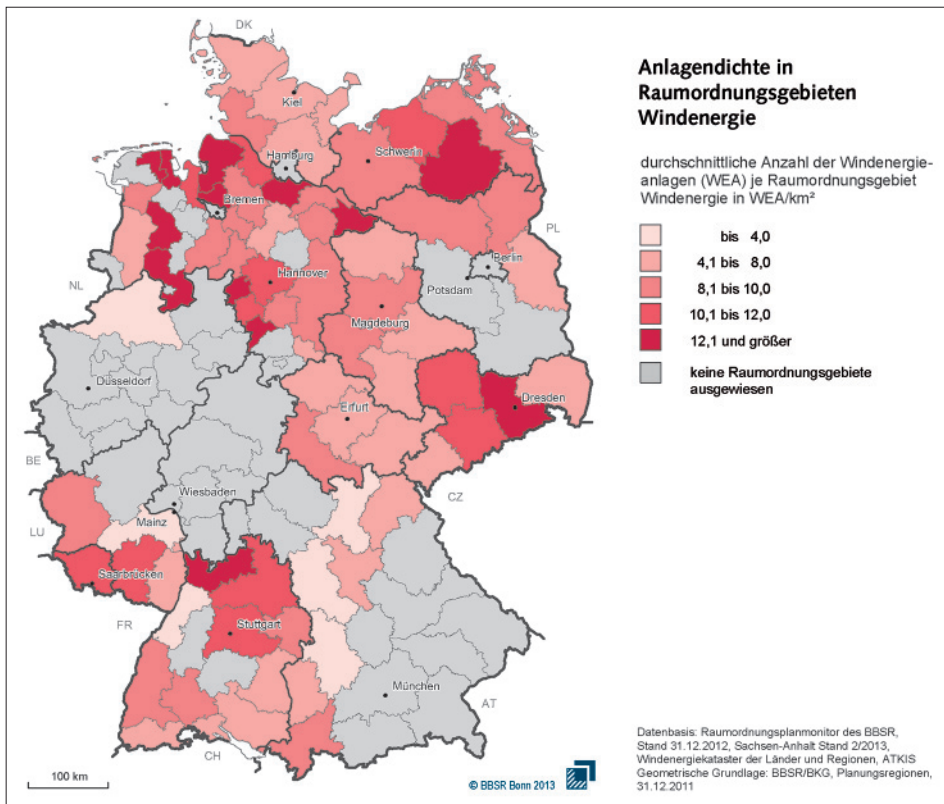


Abb. 3: Durchschnittliche WEA-Dichte je km² Raumordnungsgebietsfläche der Planungsregionen der Regionalplanung (Quelle: eigene Darstellung)

6 Installierte Leistung

Zum 31. Dezember 2012 betrug die installierte Gesamtleistung aus Windenergie in Deutschland 31 307,60 MW (Deutsche Windguard 2013). Um die Effizienz der Flächeninanspruchnahme durch den Bau von WEA beurteilen zu können, wird als Indikator die erreichte installierte Leistung in MW je km² Raumordnungsgebietsfläche ermittelt. Bei der Berechnung der installierten Leistung je Flächeneinheit wurde, wie bei der Anlagendichte, nicht nur die Raumordnungsgebietsfläche einbezogen, sondern auch die Fläche der jeweiligen Distanzzone, auf der WEA ihren Standort haben.

Um diesen Indikator berechnen zu können sind individuelle Leistungsdaten für alle Anlagen eines Raumordnungsgebietes eine Voraussetzung. Für 88 % der erfassten 16 548 Anlagen liegen individuelle Leistungsdaten vor. So liegen für 88 % der Raumordnungsgebiete, in denen bereits WEA errichtet sind, vollständige Leistungsangaben vor. Nur in zwei Flächenländern musste auf die Berechnung von gebietsbezogenen Leistungsdaten verzichtet werden. In Niedersachsen wurden als

Substitut ATKIS-Daten für WEA genutzt, die allerdings kein Sachattribut in Form von Leistungsangaben aufweisen. In Hessen gab es für den Zeitraum der Untersuchung kein rechtsgültiges Raumordnungsgebiet für Windkraftnutzung, so dass auch hier gebietsbezogene Installationswerte nicht errechnet werden konnten.

Deutschlandweit konnte für insgesamt 45 Planungsregionen die im Durchschnitt erreichte installierte Leistung in MW je km² Raumordnungsgebietsfläche ermittelt werden (siehe Abb. 4). Überdurchschnittlich hohe installierte Leistungen von mehr als 15 MW je km² Raumordnungsgebietsfläche wurden in jeweils drei Planungsregionen an der Küste (Vorpommern, Rostock, Schleswig-Holstein Süd-West) und im westlichen Teil der Republik (Trier, Saarland, Westpfalz) sowie im Binnenland in den Planungsregionen Magdeburg und Unterer Neckar identifiziert.

Deutlich unterdurchschnittliche Werte von bis zu 10 MW je km² Raumordnungsgebietsfläche sind in den Regionen Baden-Württembergs und Bayerns und der Planungsregion Münsterland in NRW ermittelt worden.

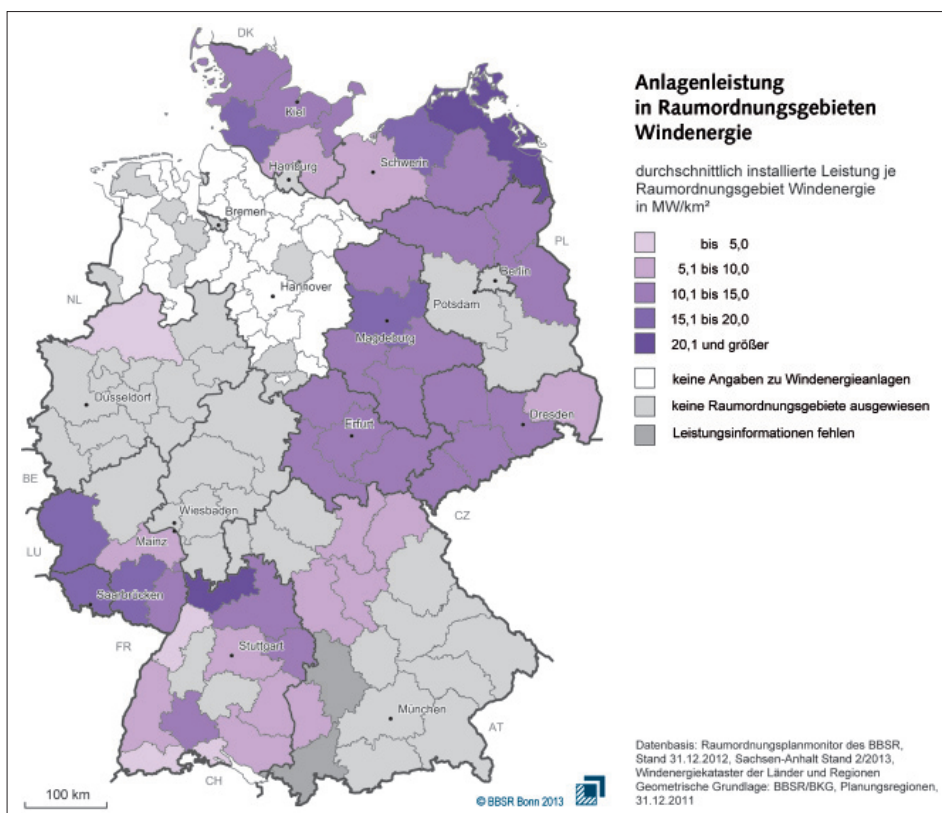


Abb. 4: In Planungsregionen erreichte durchschnittliche installierte Leistung je km² Raumordnungsgebietsfläche (Quelle: eigene Darstellung)

Entsprechend fiel auch das Länderranking aus. Auf dem ersten Rang ist das Saarland platziert, gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Sachsen-Anhalt. Kaum voneinander abweichende durchschnittliche Installationsleistungen von etwa 12 MW je km² Raumordnungsgebietsfläche erzielen Sachsen, Thüringen, Brandenburg, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz. Deutlich niedriger liegen die Werte auf den letzten beiden Rangplätzen. So wurde für Bayern eine durchschnittliche Installationsleistung von 6 MW und im Münsterland, der einzigen Planungsregion mit Raumordnungsgebieten in Nordrhein-Westfalen, von 4 MW je km² Raumordnungsgebietsfläche ermittelt.

7 Fazit

Bisher war eine verknüpfte geo-statistische Analyse von Raumordnungsgebietsausweisungen für die Windkraftnutzung in Regionalplänen und dem Bau von Windenergieanlagen aufgrund unzureichender Datengrundlagen für das gesamte Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland nur sehr eingeschränkt möglich. Mittels der Daten des Raumordnungsplanmonitors und dem Aufbau einer bisher fehlenden standortscharfen Anlagen-Datenbank konnte die entsprechende Untersuchung für einen repräsentativen Anteil aller Ende 2012 existierenden 23 000 Anlagen durchgeführt werden. Allerdings bedarf die Anlagenerfassung einer weiteren Optimierung. Dies gilt nicht nur für die Verbesserung der technischen Angaben über Leistung, Alter, Nabenhöhe und Rotordurchmesser, sondern vor allem für die Lagedaten.

8 Literatur

- Bofinger, S.; Callies, D.; Scheibe, M.; Saint-Drenan, Y.-M.; Rohrig, K. (2011): Potenzial der Windenergienutzung an Land. Kurzfassung. Berlin.
www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potenzial-der-windenergienutzung-land/bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf (Zugriff: 20.07.2013).
- Bundesverband Windenergie (2013).
www.wind-energie.de/infocenter/statistiken (Zugriff: 20.07.2013).
- Deutsche WindGuard (2013): Status des Windenergieausbaus in Deutschland. Im Auftrag von Bundesverband WindEnergie und VDMA Power Systems.
www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/page/statistiken/fact-sheet-statistik-we-2012-12-31.pdf (Zugriff: 22.07.2013).
- Einig, K.; Heilmann, J.; Zaspel, B. (2011): Wie viel Platz die Windkraft braucht. In: Neue Energie: das Magazin für erneuerbare Energien. 8/2011, 34-37.
- Einig, K.; Zaspel, B. (2012): Vergleichende Planevaluation mit dem Raumordnungsplan-Monitor. In: Informationen zur Raumentwicklung, H. 1/2, 17-34.

- Ender, C. (2013): Windenergienutzung in Deutschland – Stand 31.12.2012. In: DEWI Magazin, 42/2013, 31-40.
- Lütkehus, I.; Salecker, H.; Adlunger, K. (2013): Potenzial der Windenergie an Land. Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land. Dessau-Roßlau.
www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4467.pdf (Zugriff: 22.07.2013).

Flächennutzungsmonitoring – aktuelle Ergebnisse und Entwicklungen im IÖR-Monitor

Gotthard Meinel, Tobias Krüger, Ulrich Schumacher, Jörg Hennersdorf, Jochen Förster, Christiane Köhler, Ulrich Walz, Christian Stein

Zusammenfassung

Nach Darstellung der Anforderungen an ein zeitgemäßes Flächennutzungsmonitoring werden aktuelle Ergebnisse des Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) vorgestellt. Diese beruhen insbesondere auf der Analyse topographischen Geobasisdaten von 2012 (mittlere Grundaktualität 2010). Die Siedlungs- und Verkehrsfläche steigt danach weiter ungemindert, sodass keine Entwarnung bzgl. des Erreichens der Flächensparziele gegeben werden kann. Da sich der IÖR-Monitor insbesondere auf die Auswertung des ATKIS Basis-DLM stützt, werden dessen jüngste Entwicklungen mit den Aspekten Aktualität und AAA-Migration vorgestellt. Erstmals werden die Ergebnisse des IÖR-Monitors durch Migrationseffekte geringfügig beeinflusst, die im Detail dargestellt werden. Anschließend werden neue Indikatoren der Kategorie Siedlung (Bodenversiegelungsgrad), Gebäude (Gebäudedichte und -überbauungsgrad) sowie Landschaftsqualität (Anteil naturbetonter Flächen und Hemerobieindex) erläutert. Inzwischen ist auch die kleinräumige Indikatordarstellung in Form von Rasterkarten bis 100-m-Rasterweite in einem integrierten Detailviewer mit GIS-Funktionalität möglich. Die technische Realisierung und die verfügbaren Indikatorkarten werden kurz vorgestellt. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick auf die nächsten Arbeiten im IÖR-Monitor ab.

1 Anforderungen an ein Flächennutzungsmonitoring

Das Baugesetzbuch fordert einen sparsamen Umgang mit Grund und Boden, die Wiedernutzbarmachung von Flächen, eine Nachverdichtung und die Begrenzung der Bodenversiegelung. Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung verfolgt das Ziel, die Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr bis zum Jahr 2020 auf 30 ha/Tag für Deutschland zu begrenzen (Bundesregierung 2002). Im Kern steht dabei der Indikator „Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche“, der in allen wichtigen Indikatorsystemen Anzeiger für die Flächeninanspruchnahme ist. Dies betrifft die Nationale Strategie der biologischen Vielfalt, die von der Umweltministerkonferenz (UMK) beschlossene Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI), das Kernindikatorensystem (KIS) des Umweltbundesamtes (UBA) und die Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR). Daraus abgeleitete Flächensparziele werden inzwischen von vielen Ländern bis hin zu Gemeinden verfolgt. Inzwischen benötigen auch erste Versuche mit tauschba-

sierten Instrumenten zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme genaue Daten zur Flächennutzung und deren Veränderung. Diese Faktoren führen zu einer in den letzten Jahren gestiegenen Nachfrage nach verlässlichen Flächennutzungszahlen, die räumlich und thematisch differenziert, vergleichbar und genügend genau sind sowie auch kleinste Veränderungen erfassen (die jährliche Zunahme des Anteils der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche der Bundesrepublik liegt derzeit bei ca. 0,1 %!). Längst werden ergänzende Indikatoren empfohlen, die auch qualitative Aspekte der Flächeninanspruchnahme berücksichtigen (Penn-Bressel 2009; Siedentop et al. 2007; Siedentop, Fina 2010). Nur so können Erfolge und Defizite von Programmen und Maßnahmen zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme bewertet und korrigiert bzw. angepasst werden.

Die amtliche Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung (kurz Flächenstatistik) beruht auf einer sekundärstatistische Auswertung der dominanten Nutzungsart aller Flurstücke auf Grundlage des Liegenschaftsbuches (ALB). Seit 2009 erfolgt nun dessen Zusammenführung mit der Liegenschaftskarte (ALK) zum Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS). Damit sind Veränderungen verbunden, wie der Abgleich zwischen ALB und ALK, ein neues Nutzungsartenverzeichnis und veränderte Regeln bei der Erfassung der Grundflächen der tatsächlichen Nutzung. Diese werden sich erheblich auf die Flächennutzungszahlen und deren Zeitreihen auswirken. Sie legen ein grundsätzliches Nachdenken über eine zukünftig erweiterte Flächenstatistik und deren Datengrundlagen nahe, da die seit 1978 bestehende Zeitreihe spätestens im Jahr 2015 abreißen wird. Wegen der bestehenden und sich durch die Zusammenführung der ALB und ALK zu ALKIS in den nächsten Jahren noch verstärkenden Probleme der amtlichen Flächenerhebung wird im Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) insbesondere mit topographischen Geobasisdaten (ATKIS Basis-DLM) gearbeitet.

2 Aktuelle Ergebnisse des Flächenmonitorings

Die Entwicklung der Flächenanteile wichtiger Flächennutzungsarten in Deutschland zeigt Tabelle 1. Durch die periodische Aktualisierung der topographischen Geodaten in einem drei- bis fünfjährigen Zyklus seitens der Landesvermessung läuft die mittlere Grundaktualität (tatsächliche Aktualität) um etwa zwei Jahre der Datenbereitstellung und damit dem gewählten Zeitschnitt (jeweils in Klammern angegeben) nach.

Wie die Zahlen zeigen, nimmt sowohl die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) als auch die baulich geprägten SuV weiter zu. Auch die Dynamik der Zunahme ist ungemindert. Darum kann keine Entwarnung hinsichtlich der Erreichung des 30-ha-Zieles bis 2020 gegeben werden. Im Gegenteil, die Bemühungen zur Begrenzung der Flächenneuanspruchnahme müssen verstärkt werden. Hauptfaktor der SuV-Zunahme

ist mehrheitlich die baulich geprägte Siedlungsfläche (55 % der SuV-Zunahme) und weniger die Siedlungsfreifläche (32 %) bzw. Verkehrsfläche (13 %). Auch der Verlust von Landwirtschaftsfläche, insbesondere von Grünlandfläche, hält an, geht aber nur zum Teil auf die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche zurück. Häufig entstehen beispielweise Wald- und Forstflächen auf ehemaligen Landwirtschaftsflächen.

Tab. 1: Flächennutzung in Deutschland (Quelle: IÖR-Monitor)

Mittl.Grund- aktualität (Zeitschnitt)	Flächenanteil an der Gesamtfläche Deutschlands (%)							
	SuV	Baulich geprägte SuV	Verkehr	Sied- lungs- freifläche	Land- wirt- schaft	Wald	Wasser	Abbau
04/2003 (2006)	11,1	10,2	2,74	0,93	54,4	31,2	1,86	0,25
02/2007 (2008)	11,3	10,3	2,75	0,97	54,1	31,4	1,89	0,26
02/2009 (2010)	11,4	10,4	2,78	1,03	53,7	31,5	1,92	0,30
11/2010 (2012)	11,7	10,6	2,81	1,11	53,1	31,7	1,93	0,32

Die Flächennutzungsanteile der Länder, Kreise und Gemeinden können sehr leicht über den IÖR-Monitor ermittelt werden (www.ioer-monitor.de).

3 Jüngste Entwicklung des ATKIS Basis-DLM

3.1 Aktualität

Die Grundaktualität der Daten des ATKIS Basis-DLM ist für die Aktualität der meisten Indikatorwerte im IÖR-Monitor von ausschlaggebender Bedeutung. Für Indikatoren, die auf dieser Datengrundlage berechnet werden, wird für jede Gebietseinheit eine flächengewichtete Grundaktualität berechnet, zu jedem Indikatorwert monatsgenau angezeigt und auch in einer Nebenkarte dargestellt (Krüger 2010). Die Entwicklung der Grundaktualität des ATKIS Basis-DLM für alle deutschen Bundesländer – differenziert nach den Kartenblättern der Turnusaktualisierung – für die Monitor-Zeitschnitte 2006 bis 2012 zeigt Abbildung 1.

Auf den ersten Blick fällt eine Tendenz zu verbesserter Aktualität und Homogenität der ATKIS-Daten insgesamt auf; insbesondere in Thüringen sind hier große Fortschritte zu verzeichnen. Beim jüngsten Zeitschnitt 2012 gibt es kaum noch Kartenblätter mit einer Grundaktualität älter als fünf Jahre, was der Zielvorgabe der AdV entspricht. Für die einzelnen Zeitschnitte des IÖR-Monitors wurden nun für die Bundesrepublik insgesamt die Zeitverzögerungen mit Monatsgenauigkeit (jeweils bezogen auf das Jahresende) ermittelt (Tab. 2).

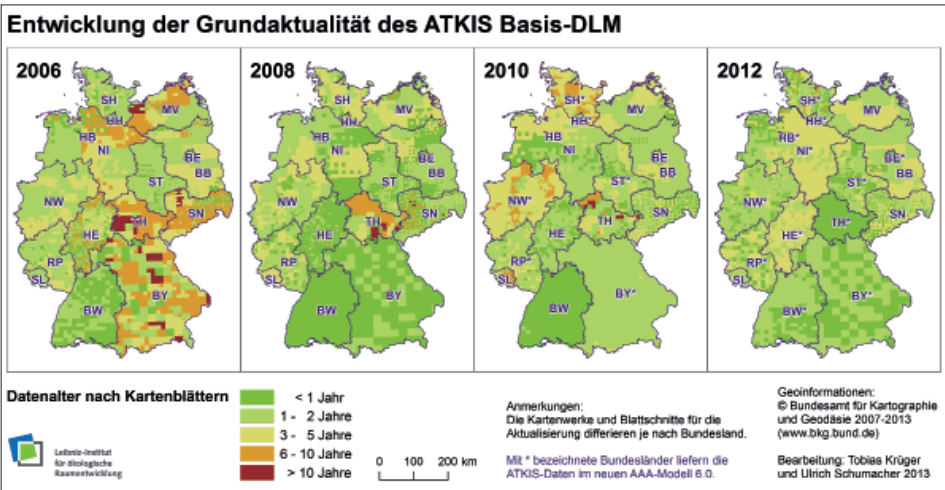


Abb. 1: Entwicklung der Grundaktualität des ATKIS Basis-DLM
(Quelle: BKG; eigene Bearbeitung)

Tab. 2: Bundeswerte der Grundaktualität des ATKIS Basis-DLM 2006-2012
(Quelle: BKG; eigene Bearbeitung)

Zeitschnitt	Mittlere Grundaktualität	Differenz
2006	04/2003	3 Jahre, 8 Monate
2008	02/2007	1 Jahr, 10 Monate
2010	02/2009	1 Jahr, 10 Monate
2012	11/2010	2 Jahre, 1 Monat

Allerdings hat sich der Flächenanteil mit hoher Aktualität (bis max. ein Jahr) verkleinert, sodass die mittlere Grundaktualität 2012 gegenüber den Vorjahren wieder etwas abgenommen hat. Hierbei könnten sich die Anstrengungen der Vermessungsverwaltungen bei der ATKIS-Datenmigration zum neuen AAA-Modell widerspiegeln, die wohl teilweise auf Kosten der Grundaktualisierung bewältigt wurden (zur Aktualisierung topographischer Geobasisdaten siehe auch Beitrag Kurstedt in diesem Band).

3.2 Migrationseinflüsse und Länderspezifika

Nachdem die Mehrzahl der Bundesländer die Migration des ATKIS Basis-DLM in das neue AAA-Modell vollzogen hat, zeigen die Analysen teilweise auch Effekte, die nicht auf reale Flächennutzungsänderungen, sondern auf die Datenmigration zurückzuführen sind. So wurden Veränderungen und Unterschiede bei der Erfassung von Siedlungsflächen, der Ableitung von Kleingartenflächen aus Gartenland, der Behandlung von Betriebsflächen des Abbaulandes, der Widmung von Verkehrswegen und durch die Einführung von Verkehrsbegleitflächen als Teil von Verkehrsflächen festgestellt.

So zeigen sich in Bayern und Baden-Württemberg relativ hohe Zunahmen der bebauten Siedlungsflächen, da in der Erfassung ergänzend Katasterdaten einbezogen wurden, Siedlungsabgrenzungen großzügiger erfolgten sowie mehr bebaute Flächen im Außenbereich in ATKIS aufgenommen wurden. Teilweise erfolgte auch eine frühzeitigere Erfassung baulich geprägter Flächen schon im Zuge deren Erschließung.

Auch die Neueinführung der Nutzungsart Kleingarten, bisher ebenso wie der Erwerbsgartenbau im alten ATKIS dem Gartenland zugeordnet, beeinflusst die Ergebnisse. Die Selektion von Kleingärten aus Gartenland erfolgt dabei unterschiedlich. Einige Bundesländer wie Hessen und Thüringen überführten ihr gesamtes Gartenland in die Nutzungsart Kleingarten und führen erst in der Nachmigration das Erwerbsgartenland schrittweise aus der Nutzungsart Kleingarten in das landwirtschaftlich genutzte (Erwerbs-) Gartenland zurück. In anderen Bundesländern wie z. B. Baden-Württemberg und Niedersachsen, wurde das gesamte Gartenland in dieser Nutzungsart belassen und die Selektion der Kleingartenflächen erfolgt in der Nachmigration. Da Kleingärten zur Siedlungsfreifläche und damit der Siedlungs- und Verkehrsfläche zählen, Gartenland aber zur Landwirtschaftsfläche und damit dem Freiraum, erhöhen bzw. vermindern sich die Siedlungsflächen vorübergehend in diesen Bundesländern. Im IÖR-Monitor wurde Gartenland innerhalb von Ortslagen bisher als Kleingartenfläche behandelt.

Problematisch ist ebenfalls die unterschiedliche Erfassung der Bergbaubetriebsflächen als Bestandteil von Abbau- und Haldenflächen. Die Objektart „Bergbaubetrieb“ des alten Modells umfasst die baulich geprägte Fläche des Bergbaus, wobei dort häufig eine Ausdehnung bzw. Überlagerung dieser Objektart auf die gesamte Abbaufäche erfolgte. Durch die Zuordnung der Bergbaubetriebsfläche zur Industrie- und Gewerbefläche zählten derartige Flächen zur Siedlungs- und Verkehrsfläche. Im Zuge der AAA-Migration wurde diese Überlagerung aufgegeben. Da Abbau- und Haldenflächen im IÖR-Monitor dem Freiraum zugeordnet werden, ist an Bergbaustandorten teilweise ein starker Rückgang der Siedlungs- und Verkehrsfläche zu verzeichnen, insbesondere in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt.

Im Zuge der Migration erfolgten teilweise großflächig Änderungen der Klassifikation bzw. Widmung von Verkehrswegen. So wurden in Niedersachsen Straßen teilweise zu Wirtschaftswegen herabgestuft. Umgekehrt wurde in Baden-Württemberg eine erhebliche Zahl von Umwidmungen von Wirtschaftswegen zu Hauptwirtschaftswegen vorgenommen. Da Verkehrswege in ATKIS linienhaft erfasst sind, werden Straßen und Hauptwirtschaftswege für die Flächenbilanzierungen im IÖR-Monitor entsprechend ihrer Breite gepuffert (Krüger 2010; Krüger, Meinel, Schumacher 2013). Eine Umklassifikation von Straßen oder Hauptwirtschaftswegen zu Wirtschaftswegen und umgekehrt beeinflusst damit die Straßenflächen- und Straßennetzlängenbilanzen. Auch die Neueinführung der Nutzungsart Verkehrsbegleitfläche (Autobahnkreuze usw.) beeinflusst die Flächenbilanzen. Da diese vorher meist dem Grünland und damit

dem Freiraum zugeordnet waren, führt das insbesondere in Baden-Württemberg, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt bei einzelnen Gemeinden zu einer deutlichen Zunahme der Verkehrsfläche.

Migrationseinflüsse werden im IÖR-Monitor bei der Indikatorwertausgabe im Zeitreihenvergleich auf Bundesland- und Gemeindeebene mit einem Hinweissymbol gekennzeichnet. Da die ATKIS-Migration aller Bundesländer inzwischen abgeschlossen wurde und migrationsbedingte Effekte durch den Nachmigrationsprozess zeitnah behoben werden müssen, wird ab 2014 wieder mit stabilen Ergebnissen gerechnet.

Die Umstellung der Grundlage der amtlichen Statistik von ALB/ALK auf ALKIS zeigt dagegen in den ersten unveröffentlichten Untersuchungen weit stärkere Einflüsse in den Zeitreihen der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung als die der ATKIS-basierten des IÖR-Monitors.

4 Neue Indikatoren im IÖR-Monitor

4.1 Gebäudebestand

Obwohl der Gebäudebestand Deutschlands einen sehr hohen wirtschaftlichen Wert darstellt, sind Informationen zu diesem äußerst lückenhaft und ergänzungsbedürftig. So fehlen derzeit flächendeckende Informationen zum Gebäudetyp, dem Baualter, der Nutzung, der Geschosshöhe und dem Wärmebedarf der Gebäude in hoher thematischer und räumlicher Auflösung. Das statistische Angebot wird sich mit den Ergebnissen des Zensus verbessern, den bestehenden Datenbedarf zum Gebäudebestand aber nicht befriedigen. Im IÖR-Monitor werden nun erstmals deutschlandweite, kleinräumige Bilanzierungen des Gebäudebestandes auf Grundlage von Geometriedaten, basierend auf den amtlichen Geobasisdaten „Hausumringe“ in Kombination mit „Hauskoordinaten“, vorgelegt (siehe auch Beitrag Behnisch et al. in diesem Band). Gezeigt werden im IÖR-Monitor die Indikatoren Gebäudedichte, Wohngebäudedichte, Anteil gebäudeüberbauter bzw. wohngebäudeüberbauter Fläche, Wohngebäudeanteil am Gesamtbestand und Gebäudegrundfläche pro Einwohner auf allen administrativen Gebietseinheiten einschließlich der Gemeindeebene für den Zeitschnitt 2010. Dabei wird der Gebäudebestand jeweils auf die administrative Gesamtfläche, die Siedlungs- und Verkehrsfläche, die Siedlungsfläche bzw. die baulich geprägte Siedlungsfläche bezogen. Gerade der letztere Flächenbezug ermöglicht erstmals die Darstellung und Bewertung der baulichen Dichte im räumlichen Vergleich. Bemerkenswert sind beispielsweise die hohe bauliche Dichte im Südwesten der Bundesrepublik (Abb. 2) bzw. die hohe Gebäudegrundflächenausstattung pro Einwohner im Norden bzw. Südosten.

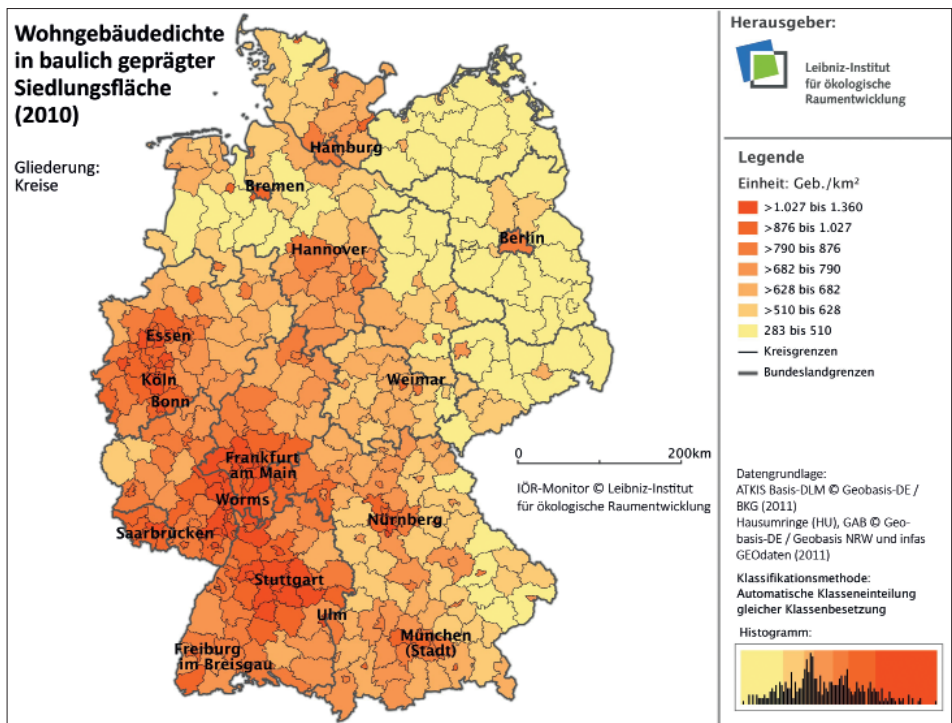


Abb. 2: Wohngebäudedichte in baulich geprägter Siedlungsfläche auf Kreisebene, Stand 2010 (Quelle: IÖR-Monitor)

4.2 Bodenversiegelung

Der Grad der Bodenversiegelung gilt als Kernindikator zur Beschreibung der Siedlungsentwicklung. Problematisch ist nach wie vor seine Messung in der für ein kleinräumiges Monitoring erforderlichen Genauigkeit. Die Bodenversiegelung lässt sich weder aus Fernerkundungsdaten noch aus Geobasisdaten, wie digitalen Landschaftsmodellen oder topographischen Karten, unmittelbar ableiten. Während voll-versiegelte Flächen wie Gebäudeüberbauungen und Straßen in Geobasisdaten erfasst sind, fehlen Informationen zu (teil-)versiegelten Freiflächen wie Wegen, Terrassen, Höfen usw. Gerade derartige Flächen machen aber einen erheblichen Prozentsatz der versiegelten Gesamtfläche aus (ca. 10 %-27 % je nach gebäudetypischer Ausstattung). Für den IÖR-Monitor ist ein Verfahren in Entwicklung, welches die Bodenversiegelung aus klassifizierten Gebäudedaten des Liegenschaftskatasters (amtliche Hausumringe) in Kombination mit dem ATKIS Basis-DLM abschätzt (u. a. Guoqing 2013).

Bis hier belastbare und flächendeckende Ergebnisse vorliegen, werden im IÖR-Monitor Bodenversiegelungsdaten der Europäischen Umweltorganisation (EEA 2010) aufbereitet und gezeigt. Der „HR Imperviousness Layer“ beruht auf einem europaweiten

Datensatz klassifizierter orthorektifizierter Satellitenbilder mit einer geometrischen Auflösung von 20 m x 20 m, einer mittleren Klassifikationsgüte von 85 % und einer mittleren Genauigkeit von 94 % für Deutschland. Da die Indikatorwertbestimmung nur bei wolkenfreier Abbildung der Erdoberfläche möglich ist, werden administrative Gebietseinheiten, deren Ortslagenfläche (relevante Versiegelung) zu mehr als 10 % durch Wolken verdeckt sind, mit ‚No Data‘ gekennzeichnet. Die Daten haben einen Aktualitätsstand von 2006 bzw. 2009.

Es muss davon ausgegangen werden, dass die EEA-Bodenversiegelungswerte die tatsächliche Versiegelung im ruralen Raum etwas unterschätzen, da Straßen durch die begrenzte Satellitenauflösung nicht vollständig als versiegelte Fläche abgebildet werden (LANUV NRW 2010). Ein Zeitvergleich der Bodenversiegelungswerte im Tabellentool des Monitors ist möglich, allerdings sind die Differenzwerte durch Bestimmungsungenauigkeiten ggf. nicht immer voll belastbar.

4.3 Landschaftsqualität

Die neue Kategorie Landschaftsqualität führt die Indikatoren zur Landschaftszerschneidung bzw. Waldfragmentierung mit neuen Indikatoren zur Hemerobie zusammen. Der Begriff Hemerobie leitet sich von den griechischen Wörtern hémeros (gezähmt, kultiviert) und bíos (leben) ab. Die Hemerobie stellt die Gesamtheit aller Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt dar und kann als ein inverses Maß der Naturnähe verstanden werden, wenn die anthropogenen Eingriffe reversibel sind. Den Flächennutzungen bzw. Bodenbedeckungen werden Werte folgender 7-stufiger Hemerobieklassifikation zugeordnet:

- Stufe 1: ahemerob (nicht kulturbeeinflusst),
- Stufe 2: oligohemerob (schwach kulturbeeinflusst),
- Stufe 3: mesohemerob (mäßig kulturbeeinflusst),
- Stufe 4: beta-euhemerob (mäßig-stark kulturbeeinflusst),
- Stufe 5: alpha-euhemerob (stark kulturbeeinflusst),
- Stufe 6: polyhemerob (sehr stark kulturbeeinflusst) und
- Stufe 7: metahemerob (übermäßig stark kulturbeeinflusst/Biozönose zerstört).

Auf dieser Basis sind Gesamtaussagen über die Qualität der anthropogenen Flächeninanspruchnahme möglich. Es erscheint sinnvoll, aus der o. g. Klassifikation die folgenden zwei Indikatoren abzuleiten und für alle Gebietseinheiten zu berechnen:

- der Anteil naturbetonter Flächen an der Gebietsfläche und
- der Hemerobieindex.

Von besonderem naturschutzfachlichem Interesse für die Freiraumentwicklung sind naturbetonte Flächen der Hemerobiestufen ahemerob bis mesohemerob (Stufen 1 bis 3), da diese keinen oder nur mäßigen periodischen Eingriffen des Menschen unterliegen. Hierzu zählen vor allem standortgerechte und standortfremde Wälder, Gehölze und Hecken, Sümpfe und Moore. Der restliche Anteil der Bezugsfläche ist folglich mindestens mäßig stark kulturbeeinflusst. Der Hemerobieindex errechnet sich aus der Summe der flächengewichteten Anteile der einzelnen Hemerobiestufen an der jeweiligen Bezugseinheit. Dabei können theoretisch Werte zwischen 1 und 7 auftreten; in Deutschland liegen die Werte auf Gemeindeebene zwischen 2,0 und 6,1 (Abb. 3).

Zur Datenaufbereitung wurden die Flächennutzungsangaben aus dem Digitalen Landbedeckungsmodell (DLM-DE) entnommen, da die Kategorien des Freiraumes (v. a. Wald und Grünland) hier detailreicher klassifiziert sind als im ATKIS Basis-DLM (Arnold 2012). Die linienhaft nur im Basis-DLM modellierten Verkehrs- und Gewässernetze wurden aus diesem abgeleitet und mit dem DLM-DE verschnitten. Baumreihen, Hecken und Punktoobjekte wurden nicht berücksichtigt. Für die Pufferung der linienförmig vorliegenden Objekte wurden die enthaltenen Breitenangaben genutzt; bei Fehlstellen erfolgte eine Zuweisung von Standardbreiten.

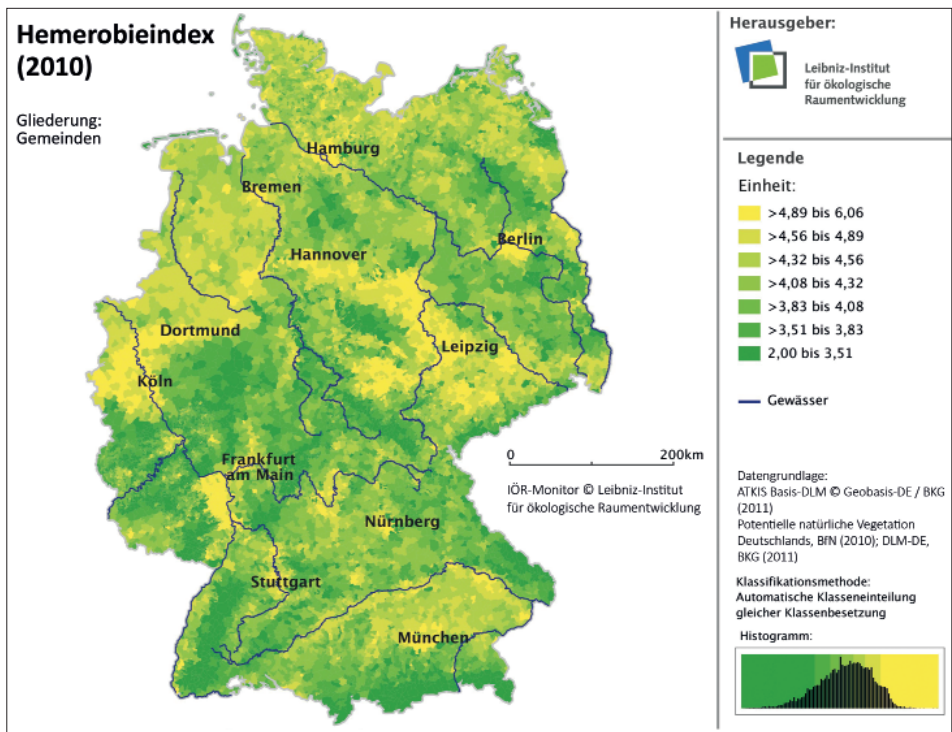


Abb. 3: Hemerobieindex auf Gemeindeebene, Stand 2010 (Quelle: IÖR-Monitor)

Zur Klassifikation von Wäldern und vegetationslosen Flächen nach ihrer Hemerobie war zusätzlich eine Verschneidung mit der potenziellen natürlichen Vegetation (pnV) notwendig. Hierfür wurde die bundesweit vorliegende pnV-Karte im Maßstab 1:500 000 (BfN 2010) genutzt. Für die Analyse wurde eine semantische Generalisierung mit den im Basis-DLM vorhandenen Landnutzungstypen Laub-, Nadel- und Mischwald sowie natürlich waldfreien Standorten durchgeführt. Wegen der Maßstabsunterschiede erfolgte der Vergleich der einzelnen Waldflächen immer mit derjenigen pnV-Einheit, in die der größte Teil der Waldfläche fällt.

Die Indikatoren stehen für den Zeitschnitt 2010 zur Verfügung. Weiterführende Informationen finden sich bei Stein & Walz 2012 sowie Walz, Krüger & Schumacher 2013.

5 Kleinräumige Indikatorدارstellungen in Rasterkarten

Ziel des Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung ist neben der quantitativen Beschreibung der Flächennutzung, ihrer Struktur und Entwicklung auf allen administrativen Ebenen auch die Bereitstellung kleinräumiger Information unterhalb der Gemeindeebene. Hier haben sich Rasterkarten in hierarchischen Auflösungsstufen bewährt (u. a. Meinel et al. 2012), da sie direkt Dichtewerte in einem zeitstabilen Bezugssystem wiedergeben. Durch die europäische INSPIRE-Richtlinie (INSPIRE 2010) sind Lage und Rasterweiten inzwischen europaweit definiert, was räumliche und zeitliche Vergleiche erleichtert. Zur Visualisierung der Rasterkarten, die in den Rasterweiten 100 m, 200 m, 500 m, 1 000 m, 5 000 m und 10 000 m angeboten werden, wurde ein neuer Detailviewer mit GIS-Funktionalität bereitgestellt. Er beruht serverseitig auf MapServer und clientseitig auf OpenLayers. Zu seiner Programmierung wurden die offenen Standards PHP, JavaScript und das API MapScript genutzt.

Der Viewer erlaubt durch eine namentliche Ortssuchfunktion (Nutzung des BKG-Dienstes `wfs_gnd`) ein schnelles Zoomen auf die gewünschte lokale Situation (Beispiel Hamburg in Abb. 4). Das Verständnis der Indikatorwerte wird durch die optionale Unterlegung des topographischen BKG-Kartendienstes WebAtlasDE gefördert. Dabei ist die Transparenz der Indikatorwertdarstellung regelbar. Die Anzeige einer Vergleichskarte eines zweiten Zeitschnittes ist möglich. Natürlich kann die dargestellte Karte auch gedruckt und gespeichert werden. Zudem ist die Generierung eines Kartenlinks möglich, was eine Weitergabe an Interessenten via E-Mail ermöglicht.

Die Gestaltung des Detailviewers erfolgte in enger Anlehnung an den Übersichtsviewer. Wenn ATKIS-Daten bei der Indikatorberechnung Verwendung fanden, wird auch hier eine Zweitkarte mit der tatsächlichen Datenaktualität gezeigt. Ebenso können die Klassenzahl verändert, Indikator Kennblätter abgerufen und zusätzliche Kartenelemente eingeblendet werden. Die Datenhaltung erfolgt mittels Rastergrafiken (GeoTiff) in einem 32Bit-Float-Format für jeden Indikator, jeden Zeitschnitt und jede Rasterweite.

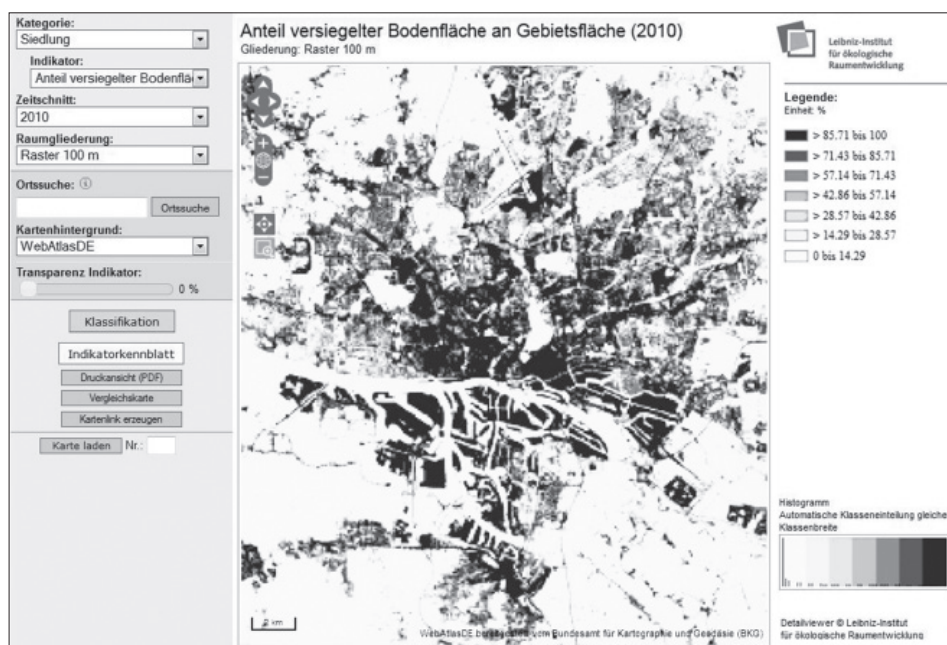


Abb. 4: Bodenversiegelung im 100-m-Raster, Stand 2010 (Quelle: IÖR-Monitor)

Rasterkarten werden nur für Indikatoren mit einem relativen Bezug zur jeweiligen Gesamtfläche angeboten. Auf die Darstellung von Indikatoren mit Bezug auf Teilflächen, beispielweise die Siedlungsfläche, wurde wegen der schwierigen Interpretierbarkeit verzichtet. Derzeit werden acht Indikatoren der Kategorie Siedlung, sechs der Kategorie Freiraum und zwei der Kategorie Verkehr als Rasterkarte in den Rasterweiten 10 000 m bis 100 m für alle Zeitschnitte gezeigt.

6 Ausblick

Zur unmittelbaren Einbindung der Indikatorrasterkarten in die GIS-Arbeitsumgebungen der Nutzer werden inzwischen auch WebMap-Services (WMS-Dienste) angeboten. Jeder Aufruf enthält dabei die Rasterkarten aller verfügbaren Zeitschnitte. Weiterhin soll die Kategorie Gebäude um weitere Indikatoren ergänzt werden, die u. a. Aussagen zum Gebäudevolumen und zur Geschossfläche ermöglichen. Dazu soll in Zukunft auch das neue Geobasisprodukt 3D-Gebäude analysiert werden. Weitere Indikatoren zur Bewertung gehölzdominierter Ökotope, zur Gewässerdichte und zur Reliefenergie sind geplant.

Dank der flächendeckenden und GIS-analysierbaren Datengrundlagen ist auch die Erstellung von Wechselbilanzen der Flächennutzung möglich. Damit können die Triebkräfte der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr oder des Verlustes

an Landwirtschaftsfläche genauer quantifiziert werden. Erste Versuche dazu zeigen die hohen Anforderungen an die Daten bzgl. Lagetreue und ausschließlicher Erfassung realer Veränderungen. Lageverschiebungen (beispielweise aus der Umstellung auf das Europäische Terrestrische Referenzsystem ETRS89 resultierend), Veränderungen in der Flächennutzungsnomenklatur bzw. der Digitalisiervorschrift (bedingt z. B. durch die ATKIS-Migration) können sich so auswirken, dass die Flächenwanderungsbilanzen dadurch stärker als durch die realen Flächennutzungsveränderungen geprägt sein können. Erfassungsinstabilitäten in den Datenzeitreihen machen sich durch den unmittelbaren Vergleich der Geoobjekte bei Wechselbilanzen somit ungleich stärker bemerkbar als bei summarischen Vergleichen auf administrativen Gebietseinheiten, wie sie bis jetzt praktiziert werden. Hier zeigen sich sehr deutlich die Grenzen einer Flächennutzungsstatistik, die auf sekundärstatistischen Auswertungen von Daten beruht, die einem ständigen Optimierungsprozess unterliegen (ETRS89-Projektionswechsel, AAA-Migration, ALKIS-ATKIS-Harmonisierung). Ein Ansatz zur Problemlösung besteht in der Filterung potenzieller Fehlflächen, durch die Definition von Mindestflächengrößen bzw. Formfaktoren, um sehr kleine und sehr schmale Geometrieobjekte (z. B. verschobene Straßenflächen) nicht in die Wechselbilanzen einzubeziehen.

7 Literatur

- Arnold, S. (2012): Differenzierte Freirauminformationen durch Fernerkundung – Das digitale Landbedeckungsmodell DLM-DE und Integrationsmöglichkeiten in das ATKIS Basis-DLM. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring IV. Genauere Daten – informierte Akteure – praktisches Handeln. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 60, 55-62.
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2010): Karte der potentiellen natürlichen Vegetation Deutschlands. Bonn-Bad Godesberg.
- Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.
www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Nachhaltigkeitsstrategie/_node.html (Zugriff: 03.03.2013).
- EEA – European Environmental Agency (2010): European Environmental Agency: Imperviousness products 2006/2009: Technical Note on HR Imperviousness Layer Product Specification.
www.gmes-geoland.info/fileadmin/geoland2/redakteur/pdf/Project_Documentation/Service_Specification/TechnicalProductSpecification_HR_Imperviousness_Layer_I1-01.pdf (Zugriff: 02.08.2013).
- Guoqing, H. (2013): Untersuchung zur kleinräumigen Abschätzung des Bodenversiegelungsgrades auf Grundlage von Hausumringen und ATKIS Basis-DLM, Masterarbeit, TU-Dresden, 2013.

- INSPIRE – Infrastructure for Spatial Information in Europe (2010): INSPIRE thematic working group Coordinate Reference Systems and Geographical Grid Systems. D2.8.1.2 INSPIRE Specification on Geographical Grid Systems – Guidelines.
- Krüger, T. (2010): Potenziale und Probleme des ATKIS Basis-DLM im Flächennutzungsmonitoring. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring II. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 52, 79-92.
- Krüger, T.; Meinel, G.; Schumacher, U. (2013): Land-use monitoring by topographic data analysis. In: Cartography and Geographic Information Science 40(3)/2013, 220-228.
- LANUV NRW – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2010): Ermittlung versiegelter Flächen in Nordrhein-Westfalen, Studie des Ingenieurbüros Feldwisch, Bergisch Gladbach (unveröffentlicht).
- Meinel, G.; Behnisch, M.; Dießelmann, M.; Burckhardt, M. (2012): Deutschlandweite Analysen der Flächennutzungsentwicklung und des Gebäudebestands auf Grundlage von Geobasisdaten. In: GIS.Science 4/2012, 131-139.
- Penn-Bressel, G. (2009): Umweltindikatoren: Die Flächeninanspruchnahme von Siedlungen und Verkehr sowie weitere relevante Indikatoren zum Zustand von Flächen und Böden. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Aachen: Shaker, 71-103.
- Siedentop, S.; Fina, S. (2010): Datengrundlagen zur Siedlungsentwicklung. Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, Stuttgart, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung. www.uni-stuttgart.de/ireus/publikationen/Datengrundlagen_zur_Siedlungsentwicklung_Abschlussbericht.pdf (Zugriff: 02.08.2013).
- Siedentop, S.; Heiland, S.; Lehmann, I.; Schauerte-Lüke, N. (2007): Nachhaltigkeitsbarometer Fläche. Regionale Schlüsselindikatoren nachhaltiger Flächennutzung für die Fortschrittsberichte der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie – Flächenziele. Forschungen, Heft 130. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn.
- Stein, Ch.; Walz, U. (2012): Hemerobie als Indikator für das Flächenmonitoring. Methodenentwicklung am Beispiel von Sachsen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 44(9)/2012, 261-266.
- Walz, U.; Krüger, T.; Schumacher, U. (2013): Fragmentierung von Wäldern in Deutschland – neue Indikatoren zur Flächennutzung. In: Natur und Landschaft 88(3)/2013, 118-127.

Methodik und Ergebnisse des Flächenmonitorings und Aufbau des Flächenmanagements in Köln

Hermann Breuer

Zusammenfassung

Dieser Beitrag verfolgt das Ziel, die Grundzüge der im Kölner Amt für Stadtentwicklung und Statistik aufgebauten Informationen für ein Flächenmonitoring zu skizzieren. Flächenmonitoring kann mit seinen Informationen ein aufzubauendes Flächenmanagement umso besser unterstützen, als die Prozesse, die Flächenbedarf und -inanspruchnahme auslösen, mit Daten über Nutzer- oder Bedarfsstrukturen transparent gemacht werden.

Da Flächenverwendungsentscheidungen nicht auf Vorrat definiert werden können, sind für die Abwägungsentscheidungen Konsensbildungsprozesse erforderlich. Diese setzen neue Abstimmungssystematiken voraus, die es zu entwickeln gilt. Auf der Basis eines strategischen Entwicklungskonzeptes müssen künftig sektorale und Flächenverwendungsziele abgestimmt und Flächenverwendungskonflikte gelöst, d. h. entschieden werden.

1 Datenquellen und Informationsflüsse des Flächenmonitorings im Raumbezugssystem der Statistik

Überall, wo Flächenmonitoring stattfindet, gilt es, Berichtswege bzw. Informationsflüsse zu entwickeln, die Zustand bzw. Änderungen der Flächennutzung dokumentieren. In den Kommunen ist die Digitalisierung der grundstücksbezogenen Informationen des Liegenschaftskatasters (ALK bzw. ALKIS) der Durchbruch für kommunales Flächenmonitoring gewesen. Zu den für ein Flächenmonitoring nutzbaren bzw. übermittelten Informationen gehören Flächengröße und Nutzungsarten. Die Nutzung der Fortschreibungsstände des Liegenschaftskatasters ermöglicht sowohl den aktuellen Nutzungsstand von Flächen darzustellen, wie auch durch den Vergleich mit vergangenen Nutzungsständen zu identifizieren und zu quantifizieren.

Mit der jährlichen Übermittlung des Flächennutzungsplanes in digitaler Form können überdies Historien von Planungsständen abgebildet und durch Periodenvergleiche Entwicklungsrichtung und -tempo von Flächenverwendung beschrieben werden.

Die fortlaufende Aktualisierung der kleinräumigen Gebietsgliederung innerhalb des Raumbezugssystems der Statistik ist eine weitere Informationsquelle zur Flächenverwendung. Durch sie wird die „Inbetriebnahme“ der geplanten Nutzung

beobachtbar. So z. B., wenn auf einer als Wohnungsbau geplanten Fläche durch Verkehrserschließung und Hausnummernvergabe die Realnutzung eines Wohngebietes und seiner Baublöcke Schritt für Schritt sichtbar wird.

In Köln wird an den Informationsvoraussetzungen für ein Flächenmonitoring nicht erst seit der Digitalisierung des Liegenschaftskatasters gearbeitet. Im Raumbezugssystem der Abteilung Statistik und Informationsmanagement des Amtes für Stadtentwicklung und Statistik sind bereits durch den Aufbau und die Weiterentwicklung der kleinräumigen Gliederung, d. h. seit über 20 Jahren Grundlagen für die Beobachtung von Flächenverwendung geschaffen. Darüber hinaus sind alle verfügbaren Landnutzungskartierungen sowie Informationen über Fachplanungen genutzt worden. Großflächige bzw. flächendeckende Aufnahmen der Büronutzung in Köln, des gesamten Einzelhandels in Köln (Einzelhandelskonzept des Amtes für Stadtentwicklung und Statistik) sind im Raumbezugssystem aufgenommen. Hierauf basierende, ergänzende und weitergehende Informationen werden kontinuierlich im Raumbezugssystem gepflegt.

Im Rahmen des Stadtentwicklungskonzeptes Wohnen sind die Wohnflächen, inkl. der Baulücken sowie der Planungs-, der Entwicklungs- und der Reserveflächen auf-

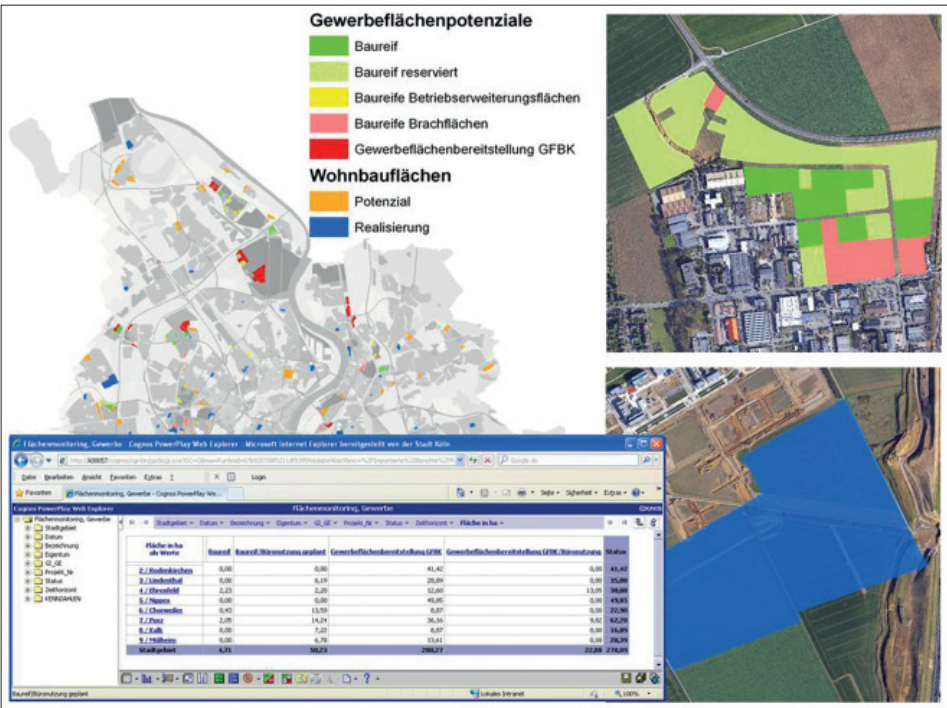


Abb. 1: Das Flächenmonitoring nutzt vielfältige Erhebungen (Quelle: Stadt Köln; Amt für Stadtentwicklung und Statistik; Raumbezugssystem)

genommen. Mit den verfügbaren Informationen aus der Fortschreibung der kleinräumigen Gliederung, z. B. über die Hausnummernfestsetzung und die eingehenden Informationen zur Erschließung, werden die Daten aus dem Flächennutzungsplan (FNP) und des Liegenschaftskatasters ergänzt und bezüglich der Realnutzung weiter qualifiziert. Insgesamt wird deutlich, dass allein mit den Daten aus ALK und FNP bestenfalls die Grundlagen erzeugt und fortgeschrieben werden können, die für ein Flächenmanagement benötigt werden.

Die Notwendigkeit ergänzender Informationen zur weiteren Qualifizierung lässt sich vor allem bei der Fortschreibung der Gewerbeflächen zeigen. Die Aufnahme der Realnutzung, auf den Industrie- (GI) und Gewerbeflächen (GE) und in den Mischnutzungsflächen (M) wird auf der Basis der FNP-Daten, der Auswertung der Flurstücke der ALK, öffentlichen Informationen sowie mit Informationen der Wirtschaftsförderung – allerdings nicht automatisiert fortgeschrieben. Durch eine Kompletterfassung und Begehung wurden die Daten über die gewerbliche Nutzung in Köln auf einen aktuellen Stand gebracht. Seitdem werden in regelmäßigen Informationstreffen alle bekannten Veränderungen vom statistischen Raumbezugssystem aufgenommen und eingepflegt.

2 Flächenmonitoring als Teil des kommunalstatistischen Daten- und Informationsangebotes

Die allgemein zugängliche Verfügbarmachung von Daten über Flächennutzung erfolgt in Köln im Amt für Stadtentwicklung und Statistik. Dies ermöglicht es, die Flächendaten mit Informationen aus dem statistischen Data Warehouse zu kombinieren. Auf diese Weise ist es möglich, die Raum- bzw. Flächennutzungsinformationen mit den Daten über Einwohner, Sozial- und Bildungsstrukturen, über Wohnungen, Verkehrsinfrastrukturen sowie auch mit Daten aus den städtischen Umfragen, soweit sie kleinräumig verfügbar sind, zu kombinieren. Kleinräumige Nutzungsstrukturen, Planungs- und Programmgebiete können sowohl in Bezug auf die Flächennutzung, die Bewohnerstrukturen, deren Nachfrage- und Bedarfslagen, ihre Teilhabe an Verkehrsinfrastrukturen, an Arbeitsplatzangeboten, Einzelhandels und Wohnungs-, Freizeit, Freiflächennutzung und Kultur- sowie Betreuungs-, Schul- und Weiterbildungsangeboten dargestellt werden.

Es existiert somit ein umfassendes Informationsangebot, das von der sektoralen und gebietsbezogenen Stadtentwicklungsplanung im eigenen Amt und auch von der sektoralen Fachplanung genutzt wird – teilweise zur Fundierung strategischer, langfristig angelegter sektoraler Entwicklungsplanung der Fachdezernate.

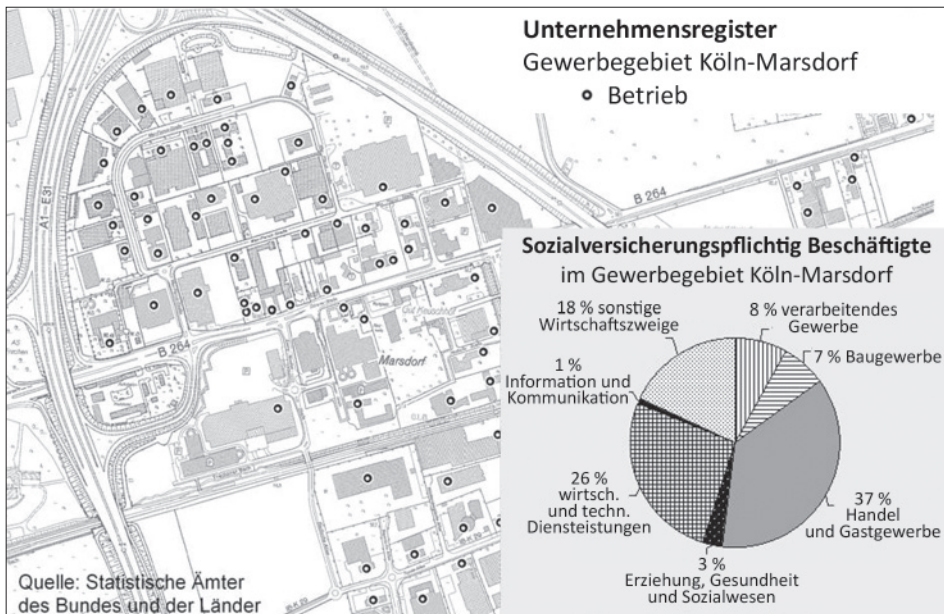


Abb. 2: Verschneidung der Flächennutzungsinformation mit den Daten aus dem Data Warehouse

3 Vom Flächenmonitoring zum Flächenmanagement – ein weiter Weg

Die Stadt Köln hat sich zur Notwendigkeit eines Flächenmanagements bekannt. Hierbei wird „Strategisches Flächenmanagement“ als „Umsetzung und stetige Weiterentwicklung von Strategien zur Steuerung von Flächenentwicklung im Hinblick auf (...) städtebauliche, ökologische und soziale Ziele unter Berücksichtigung von knappen Ressourcen und konkurrierenden Nutzungen gesehen“ (IBOMA 2011, 7)¹. Sektorale Handlungsprogramme, z. B. für den Wohnungsbau und die Gewerbeentwicklung sowie eine langfristig angelegte Bodenvorratspolitik sind Bausteine, die schrittweise zu einem strategischen Flächenmanagement zusammengefügt werden. Ohne ein verwaltungsseitig sowie mit der Politik abgestimmtes Zielsystem sind die aus den Zielen der Fachdezernate latent oder auch virulent herrührenden Flächennutzungskonflikte nicht systematisch im Sinne einer Zielsystematik auflösbar, sondern werden inkremental, von Fall zu Fall entschieden.

Ein Flächenmanagement wird hierbei als ein mit Daten fundiertes, jedoch strategisch ausgerichtetes Abstimmungsverfahren aufgefasst, das Flächenverwendungsentscheidungen auf Basis eines koordinierten und gemeinsam vereinbarten Abstimmungs-

¹ Handlungskonzept für ein strategisches Flächenmanagement in der Stadt Köln; Institut für Bodenmanagement (IBOMA), Gutachten im Auftrag der Stadt Köln, Dortmund 2011.

verfahrens trifft. Im Kern sehen die Empfehlungen des Gutachters, die Notwendigkeit des schrittweisen Aufbaus einer langfristig angelegten Bodenvorratspolitik, die weniger auf der Optimierung fiskalischer Ergebnisse, sondern stattdessen auf einer engen Verzahnung von Stadtentwicklungsplanung und Liegenschaftspolitik fußt. Hierbei wird Liegenschaftspolitik auch als Instrument der Stadtentwicklung aufgefasst

Langfristig angelegte, strategische Stadtentwicklung erfordert überdies eine Abstimmungssystematik, die auf einem System zur Abwägung von sektoralen Zielen und Interessen der Fachdezernate beruht – also auf der Ausrichtung auf ein gesamtstädtisches, strategisches Zielsystem. Ein stadtentwicklungspolitisch abgestimmtes Zielsystem, das kontroverse Zieldiskussionen über Flächenverwendung in einem organisatorisch vorstrukturierten und systematischen Konsensbildungsprozess befindet sich in Köln im Aufbau. Das Amt für Stadtentwicklung und Statistik arbeitet derzeit an einer Zielsystemetik im Rahmen eines strategischen Zielsystems.

4 Monitoring als Daten- und Kommunikationsgrundlage – auch für Flächenverwendungsentscheidungen

Angesichts dieser Konstellation sind für Abwägungsentscheidungen neue Konsensbildungsprozesse erforderlich. Hierfür werden vielfältige Informationen über die Handlungsfelder benötigt, die Flächenverwendungsentscheidungen auslösen. Diese Informationen müssen einfach und verständlich sein und gleichwohl auf relevanten Daten und Indikatoren beruhen, die Orientierungsfunktion besitzen. Im Amt für Stadtentwicklung und Statistik wird u. a. für diesen Zweck ein Monitoringsystem in einer Entwicklungskooperation mit dem Fraunhofer-Institut für intelligente Analyse und Informationssysteme (IAIS) aufgebaut. Das Grundprinzip des Monitoring ist die Zusammenfassung ausgewählter Indikatoren zu einem Index. Für die zentralen Handlungsfelder der Stadtentwicklung wird in enger Abstimmung mit den zuständigen Fachdiensten jeweils ein eigenständiger Index aufgebaut. Das Kölner Monitoring ist somit ein Mehrthemen-Monitoring.

Das Kölner Monitoring weist einige Besonderheiten auf:

Das Monitoring will den Handlungsbedarf im jeweiligen Handlungsfeld abbilden, der jeweilige Index ist daher so konstruiert, dass hohe Indexwerte hohen Handlungsbedarf bedeuten. Bei den berechneten Indizes handelt es sich um zusammengefasste Indizes. Thematisch gruppierte Indikatoren werden in einem mehrstufigen Prozess zu einer gemeinsamen Kennzahl, dem jeweiligen sektoralen Index, aggregiert. Einzelne Indikatoren können dabei in unterschiedlichem Ausmaß zu dem Indexwert beitragen. Es werden zwei unterschiedliche Arten von Indizes berechnet: Zustandsindizes und Veränderungsindizes. So können sowohl die aktuelle Verfasstheit städtischer Teilräume als auch ihre Veränderung mit einem gemeinsamen Maßstab abgebil-

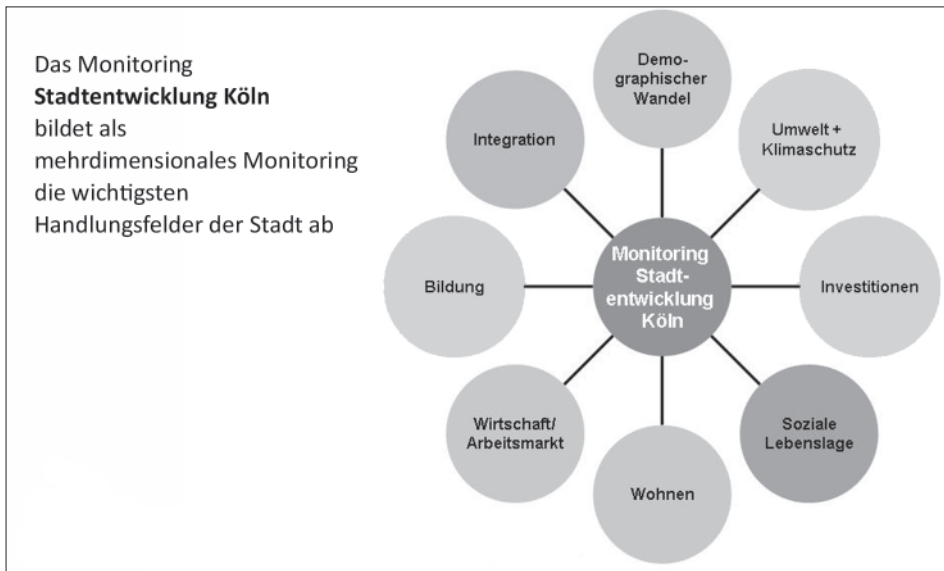


Abb. 3: Das Kölner Monitoring ist Mehrthemen-Monitoring (Quelle: Stadt Köln; Amt für Stadtentwicklung und Statistik zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS)

det und vergleichbar gemacht werden. Das mit einem Index beabsichtigte intuitive Verständnis der Indexausprägung ist der kommunikativen Wirkung der Finanzindizes entlehnt: hohe bzw. steigende Finanzindizes bedeuten Verbesserungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen – hohe bzw. steigende Indices der Kölner Monitorings Stadtentwicklung zeigen hohen bzw. gestiegenen Handlungsbedarf an. Die Indices der Handlungsfelder sind auf die gesamtstädtische Ausgangssituation des Jahres 2005 im jeweiligen Handlungsfeld basiert, wobei Indikatoren jeweils mit dem Basiswert 100 starten.

Das Kölner Monitoring ist geeignet, die Entscheidungsunterstützung der wichtigen Handlungsfelder zu verbessern. In Verbindung mit den Maßnahmen der Fachverwaltung erscheint eine Wirkungsbeobachtung des Ressourceneinsatzes möglich: Die Ergebnisse des Monitorings können zeigen, ob sich der Handlungsbedarf vermindert und ob sich städtische Teilräume in Bezug auf die Ziele der Handlungsfelder verbessern, in den beobachteten Teilräumen die Situation unverändert bleibt, oder sogar der Handlungsbedarf weiter zunimmt.

Von Politik und Fachverwaltung anerkannte, systematische und einfach zu verstehende Informationsgrundlagen sind überdies erforderlich, um die zu erarbeitenden strategischen Zielstellungen, die notwendiger Weise grundsätzlich und nicht für den konkreten Flächenverwendungsfall beschrieben sind, mit abwägungsrelevanten Informationen und Daten für Flächenverwendungsentscheidung zu ergänzen.

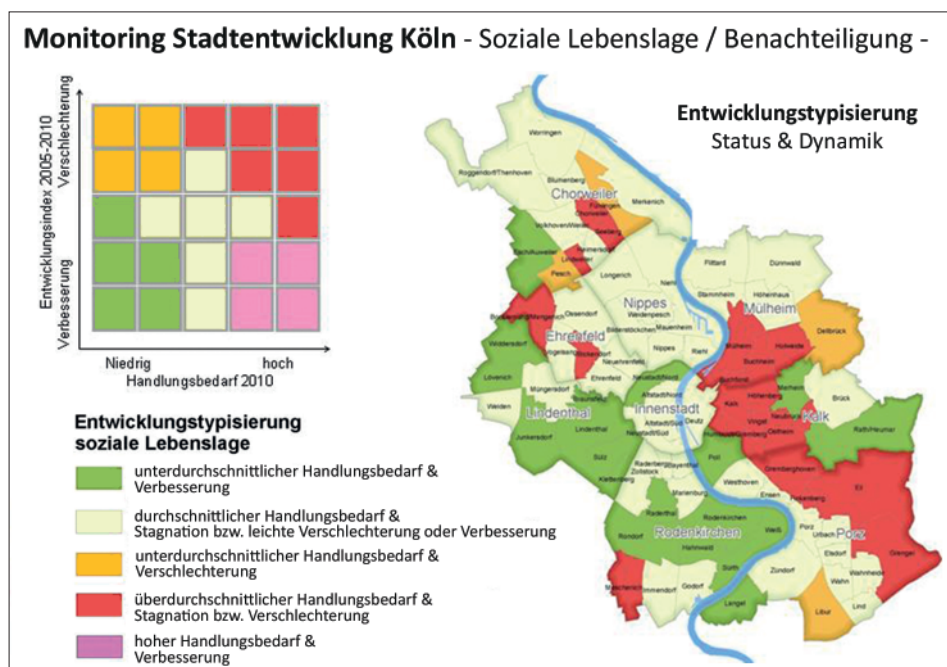


Abb. 4: Kleinräumige Entwicklungstypisierung im Monitoring (Quelle: Stadt Köln; Amt für Stadtentwicklung und Statistik zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS)

5 Fazit

In Köln wird an der Entwicklung eines Flächenmanagements weiter gearbeitet. Eine hierzu gebildete, dezernatsübergreifende Arbeitsgruppe arbeitet an den Grundsätzen und einer Entscheidungssystematik zur Organisation von Flächenverwendungsentscheidungen. Die aktuelle Beschlusslage, das vorhandene Stadtentwicklungskonzept durch ein neues, strategisches Stadtentwicklungskonzept fortzuschreiben, schafft mittelfristig auch einen neuen Handlungsrahmen für ein Flächenmanagement. Die Erarbeitung einer strategischen Zielsystematik wird die bereits bestehenden sektoralen Zielstellungen der Dezernate zu einem Zielsystem zusammenfassen müssen. Hierbei gilt es, Zielszenarien zu entwickeln, die Wirkungsrichtung und -stärke der sektoralen und übergreifenden Ziele aufeinander abstimmen. Dies ist ein extrem informationsbedürftiger Prozess, der durch das Monitoring in Verbindung mit dem Flächeninformationssystem unterstützt wird.

Datenangebote und Dienste

ATKIS® Basis-DLM – fachliche Betrachtung amtlicher Geobasisdaten und deren bundesweite Nutzung

Ramona Kurstedt

Zusammenfassung

Vor circa 25 Jahren begannen die Bundesländer mit dem Aufbau des Digitalen Basis-Landschaftsmodells. Nach einer längeren Umstellungsphase liegt der Datenbestand seit 2013 wieder flächendeckend und einheitlich, jetzt im AAA-Datenmodell mit einer Normbasierten Austauschschnittstelle vor. Dieser Datenbestand ist auch zukünftig im Rahmen von Spitzen- bzw. Grundaktualisierung auf dem Laufenden zu halten.

Darüber hinaus sind zur einheitlichen Erfassung, Qualifizierung und zur Information der Nutzer Regelwerke aufzustellen und an sich ändernde Anforderungen anzupassen. Im besonderen Fokus steht dabei derzeit die Harmonisierung der AAA-Fachschemata im Bereich der Tatsächlichen Nutzung.

Neben der bekannten Verwendung des Basis-DLM als Grundlage zur Erstellung Digitaler Topographischer Karten stellt der gemeinsame webbasierte Kartendienst von Bund und Ländern WebAtlasDE ein neuartiges bundesweites Produkt der Vermessungsverwaltungen dar. Damit können aktuelle Anforderungen der Nutzer an die Daten der Digitalen Landschaftsmodelle im Rahmen des Aufbaus einer Geodateninfrastruktur besonders gut erfüllt werden.

1 Einführung

Die Führung und Laufendhaltung des Digitalen Basislandschaftsmodells (Basis-DLM) ist den Vermessungsverwaltungen durch die jeweiligen Fachgesetze der Bundesländer als hoheitliche Aufgabe im Bereich der Geotopographie übertragen.

Im Jahr 2013 liegt nach einer längeren Umstellungsphase ein flächendeckender Datenbestand des Basis-DLM, nunmehr im AFIS®-ALKIS®-ATKIS®-Datenmodell (AAA) mit einer Normbasierten Austauschschnittstelle (NAS) vor (Abb. 1). Dieser basiert auf der im Jahre 2008 durch die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) eingeführten Referenzversion 6.0 der Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok). Beschreibungssprachen sind Unified Modeling Language (UML) für das Datenmodell und Extensible Markup Language (XML) für den Datenaustausch. Durch die Vertriebsstellen der Vermessungsverwaltungen werden Daten nicht nur in NAS, sondern bei Bedarf auch im Shape-Format (Konverter NAS2Shape) abgegeben.

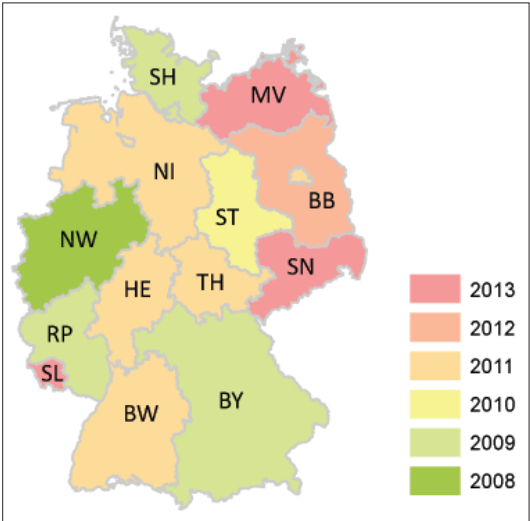


Abb. 1: Stand der Migration des Basis-DLM in das AAA-Modell zum 01.06.2013 (Quelle: AdV, bearbeitet IÖR 2013)

Um auf wachsende Anforderungen an Geobasisdaten in der Informationsgesellschaft zu reagieren, müssen sowohl das Regelwerk als auch die Geobasisdaten ständig angepasst und der Inhalt der Objektartenkataloge im AAA-Modell weiter angeglichen werden (vertikale Integration). In die zukünftige Version GeoInfoDok 7.0 wurden bereits anerkannte Revisionsanträge in die Beta-Version eingepflegt. Durch eine Erweiterung des Basis-DLM wird zum Beispiel die Grundlage dafür geschaffen, dass die Daten für den Bereich der europäischen Land-Monitoring-Aktivitäten (CORINE Land Cover (CLC)) direkt aus dem Basis-DLM abgeleitet werden können (siehe Tab. 1). Der Redaktionsschluss für die GeoInfoDok 7.0 ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch offen.

Tab. 1: Auszug zu erweiternder Inhalte des Basis-DLM um CLC-Klassen (Quelle: AdV)

Basis-DLM	CLC-Klassen
43007 Unland, Vegetationslose Fläche, FKT Naturnahe Fläche	321 Natürliches Grasland
43007 Unland, Vegetationslose Fläche, FKT Sukzessionsfläche	324 Wald-Strauch-Übergang
44001 Fließgewässer, FKT Flussmündungstrichter	522 Mündungsgebiet

2 Fachliche Betrachtung des ATKIS® Basis-DLM

Für die Gemeinschaft der Datenerfasser, -qualifizierer und -nutzer wurden Regelwerke geschaffen, die bei der Fortführung und Qualitätsprüfung des Datenbestandes eine wichtige Grundlage bilden. Hervorgehoben werden soll das Handbuch der Erläuterungen zum ATKIS® Basis-DLM. Es enthält u. a. Aussagen zu Modellierung und Aktualisierung des Datenbestandes.

Mit dem Vorhaben der weiteren Harmonisierung von ALKIS® und ATKIS® sollen eine durchgängige, prozessorientierte Erhebung, ein ebenfalls durchgängiger Datenfluss sowie eine einheitliche Präsentation der Geobasisdaten auf der Basis einer weitgehend identischen geometrischen Ausprägung erreicht werden.

2.1 Handbuch der Erläuterungen

Zum besseren Verständnis des ATKIS® Basis-DLM-Objektartenkataloges und des eigentlichen Datenbestandes wird die Nutzung dieses Handbuches empfohlen (AdV 2009).

Im Kapitel Qualitätskriterien werden Aktualität (Spitzen- und Grundaktualisierung), Inhaltsdichte und Modellgenauigkeit beschrieben. Aktualität und Tatsächlichkeit sind Leitbegriffe, die bei der Führung der Geobasisdaten hohe Priorität haben. Der Aktualisierungszeitraum definiert sich dabei als Zeitraum von der Entstehung der Veränderung in der Landschaft bis zur Freigabe des fortgeführten Datenbestandes. Man unterscheidet zwei Prozesse:

- **Spitzenaktualisierung:**

Die für die Nutzer wichtigsten Objekt-, Attribut- und Wertarten (siehe Kap. 17 Anhänge des Handbuches) werden in abgestuften Aktualisierungszeiträumen von 3, 6 oder 12 Monaten überprüft und bei Veränderungen fortgeführt.

Tab. 2: Auszug aus der Liste der Objekt-, Attribut- und Wertarten der Spitzenaktualität (Quelle: AdV)

Kennung	Objektart		Attributart		Wertart	Aktualität in Monaten			Bemerkung
						3	6	12	
42002	AX_Straße					X			ZUSO
		IBD	Internationale Bedeutung	2001	Europastraße			X	
		BEZ	Bezeichnung	X			
		NAM	Name			X	
		STS	Straßenschlüssel			X	
		WDM	Widmung	1301	Bundesautobahn	X			
				1303	Bundesstraße	X			
				1305	Landesstraße, Staatsstraße	X			
				1306	Kreisstraße	X			
				1307	Gemeindestraße			X	

- **Grundaktualisierung:**

Alle nicht der Spitzenaktualisierung unterliegenden Objekt-, Attribut- und Wertarten werden mindestens innerhalb eines fünfjährigen Aktualisierungszeitraumes überprüft und bei Veränderungen fortgeführt. Die Aktualitätsübersichten der einzelnen Bundesländer

werden auf der Homepage des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) veröffentlicht und sind zu finden unter: www.geodatenzentrum.de

2.2 Redaktion durch AdV-Projektgruppe

Neben der Aufrechterhaltung der Aktualität der Daten ist die Pflege und Fortführung des Regelwerkes zur weiteren Vereinheitlichung des Datenbestandes von hoher Bedeutung. Für die Digitalen Landschaftsmodelle erstellt und pflegt die AdV-Projektgruppe Digitale Landschaftsmodelle (PG ATKIS-DLM) im Arbeitskreis Geotopographie der AdV sämtliche bundesweit veröffentlichten Dokumente. Dazu gehören auch die Modellierungsbeispiele für Objekt- und Wertarten sowie empfohlene Überlagerungen mit Vegetationen.

2.3 Harmonisierung der AAA-Fachschemata

In Fortsetzung der begonnenen Harmonisierung auf inhaltlicher Ebene durch gegenseitiges Öffnen von relevanten Wertarten wurde durch die AdV 2012 eine Arbeitsgruppe zur Harmonisierung der AAA-Fachschemata eingerichtet. Deren Aufgaben bestehen u. a. darin, den aktuellen Sachstand bei der Harmonisierung darzustellen, die Sachverhalte, insbesondere im Bereich der Tatsächlichen Nutzung, zu analysieren, aus fachlicher Sicht Entscheidungsvorschläge zur Harmonisierung vorzubereiten und diese jeweils mit einem Zeitplan und einer Aufwandsabschätzung zu hinterlegen („Masterplan“). Die bereits begonnenen Harmonisierungen auf Landesebene zeigen, dass der Bedarf für eine weitere Harmonisierung auf Bundesebene besteht. Um jedoch tatsächlich eine bundeseinheitliche AAA-Harmonisierung zu erreichen, bedarf es einer gemeinsamen Strategie und Herangehensweise, die durch die Arbeitsgruppe vorbereitet werden soll.

3 Bundesweite Nutzung des ATKIS® Basis-DLM

Das Basis-DLM ist eine wichtige Grundlage für den Aufbau verschiedenartiger Fachinformationssysteme in Verwaltung und Wirtschaft, für die Ableitung der Digitalen Landschaftsmodelle in kleineren Maßstäben (ATKIS®-DLM50, -DLM250, -DLM1000), für die Herstellung amtlicher Digitaler Topographischer Karten und dient als Basis für den gemeinsamen webbasierten Kartendienst durch den Bund und die Länder (WebAtlasDE), der deutschlandweit in einem einheitlichen Kartenduktus performant zur Verfügung steht. Kostenfrei im WebAtlasDE sind das Viewing in den Geoportalen von Bund und Ländern, ebenso die Nutzung für den privaten Gebrauch, für den Unterricht an Schulen sowie für die wissenschaftliche Forschung und Lehre an öffentlichen Hochschulen. Kostenfrei ist auch die Nutzung im Maßstabsbereich $\leq 1:15\,000$, wobei dort die Hausumringe aus den Daten des Liegenschaftskatasters ausgeblendet sind. Für die interne geschäftliche Nutzung über alle Maßstabsbereiche fällt eine jährliche Pauschalgebühr in Höhe von 380 Euro an. Im Fall der Nutzung über



Abb. 2: Zugang zu Aktualitätsübersichten des ATKIS Basis-DLM (Quelle: BKG)



Abb. 3: Zugang zum WebAtlasDE-Viewer (Quelle: BKG)

den eigenen Gebrauch hinaus (Weitergabe von Folgeprodukten und -diensten) fallen Verwertungsgebühren nach der AdV-Gebührenrichtlinie (2012) an. Die länderübergreifende Bereitstellung und Lizenzierung erfolgt über das Dienstleistungszentrum des BKG.

Von der Homepage des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie kann der WebAtlasDE-Viewer gestartet werden: www.geodatenzentrum.de

Weiterhin werden auf der Grundlage der aktuellen Geobasisdaten militärische Spezial- und Sonderkarten unterschiedlicher Maßstabsbereiche produziert. Nutzer des Dienstes Google Maps werden seit Januar 2012 den Text „GeoBasis-DE/BKG“ in der Fußzeile bemerkt haben. Auch dieser Dienst beruht auf der Grundlage der Daten des ATKIS® Basis-DLM.

4 Fazit

Seit den Anfängen von ATKIS® sind bereits mehr als 25 Jahre vergangen. Mit Einführung des AAA-Projektes wurde ermöglicht, die Daten der Katasterverwaltung und der Geotopographie in eine einheitliche Datenbasis zu überführen. 2013 wurde die Migration des Digitalen Basis-Landschaftsmodells (Basis-DLM) abgeschlossen, so dass den Nutzern wieder einheitlich modellierte Daten bundesweit zur Verfügung stehen. Doch sind weitere Meilensteine der Entwicklung auf dem AAA-Kurs zu erwarten, denn nichts ist so beständig wie der Wandel – das sagte bereits Heraklit von Ephesos vor ca. 2 500 Jahren.

An dieser Stelle sollen die Ausführungen mit den Worten des langjährigen ATKIS-Projektgruppenleiters der AdV, Wolfram Kunze beendet werden: „Es könnten goldene Geodatenzeiten anbrechen, die Grundlagen dafür sind geschaffen.“

5 Literatur

AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2009): GeoInfoDok, Version 6.0/6.0.1 (Stand 01.07.2008/31.05.2009).

[www.adv-online/AAA-Modell/Dokumente der GeoInfoDok](http://www.adv-online/AAA-Modell/Dokumente%20der%20GeoInfoDok) (Zugriff: 03.07.2013).

AdV-Gebührenrichtlinie (2012):

[www.adv-online/AdV-Produkte/Bezugsbedingungen/Lizenzvereinbarungen/Gebührenrichtlinien](http://www.adv-online/AdV-Produkte/Bezugsbedingungen/Lizenzvereinbarungen/Gebuehrenrichtlinien) (Zugriff: 29.07.2013).

BKG – Bundesamt für Kartographie und Geodesie (2013): WebAtlasDE-Viewer.

www.geodatenzentrum.de (Zugriff: 03.07.2013).

Kunze, W. (2012): Quo Vadis ATKIS, Perspektiven zur GeoInfoDok 7. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring IV. Genauere Daten – informierte Akteure – praktisches Handeln. IÖR Schriften 60, Berlin, 63-69.

Geometrieinformationen zum Gebäudebestand – die Produkte Hauskoordinaten, Hausumringe und 3D-Gebäudemodelle

Gerfried Westenberg, Kerstin Will

Zusammenfassung

Die Nachfrage nach Geoinformationen auf Gebäudeebene steigt seit Jahren branchenübergreifend kontinuierlich an. Um diesen Bedarf decken zu können, reagierte das amtliche deutsche Vermessungswesen bereits vor zehn Jahren mit der zentralen bundesweiten Bereitstellung amtlicher Hauskoordinaten. Datenquelle ist das Liegenschaftskataster der Länder und somit der amtliche Nachweis aller Flurstücke und Gebäude in Deutschland.

In den Folgejahren wurde das Angebot um die amtlichen Hausumringe erweitert. Dabei handelt es sich um 2D-Grundrisse aller Haupt- und Nebengebäude in Deutschland. Ab Ende 2013 werden zusätzlich erste Länderdaten des 3D-Gebäudemodells in der Ausprägung „Level of Detail 1“ (LoD1) bereitstehen.

Zu den Nutzern zählen Unternehmen aus dem Navigationsbereich, Dienstleister im Geomarketingumfeld, Zustelldienste, Energieversorger und Leitungsnetzbetreiber ebenso wie die Telekommunikationsbranche und die Immobilienwirtschaft. Darüber hinaus schätzen auch eine Reihe von Bundesbehörden die hohe Qualität der amtlichen Geobasisdaten.

1 Zentrale bundesweite Bereitstellung

Das von den Vermessungsverwaltungen der Bundesländer geführte Liegenschaftskataster stellt eine in Deutschland einzigartige Grundlage für flächendeckende Informationen auf Gebäudeebene dar. Einer umfassenden Nutzung dieser Daten stand jedoch lange Zeit die föderale Struktur des amtlichen deutschen Vermessungswesens im Wege, da über Ländergrenzen hinaus agierende Nutzer mit jedem einzelnen Bundesland in Kontakt treten mussten, um entsprechende Lizenzvereinbarungen für die Nutzung der Geobasisdaten abzuschließen. Darüber hinaus stellten heterogene Gebührenmodelle, Dateninhalte und -formate weitere erhebliche Einstiegshemmnisse dar.

Um mit den amtlichen Hauskoordinaten erste Teilinhalte des Liegenschaftskatasters auch länderübergreifend bereitstellen zu können, richteten deshalb fünf Bundesländer bereits im Jahr 2003 auf der Grundlage einer Verwaltungsvereinbarung die Gemeinschaft zur Verbreitung der Hauskoordinaten (GVHK), mit Sitz beim damaligen Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, ein und stellten einen Handlungsrahmen

für diese zentrale Vertriebsstelle auf. Die GVHK wurde so in die Lage versetzt, stellvertretend für die Länder Lizenzvereinbarungen mit Nutzern abzuschließen. Damit wurde der Grundstein für eine bedarfsgerechte Datenbereitstellung gelegt, die folgende Kernanforderungen der Kunden erfüllte:

- ein zentraler Ansprech- und Vereinbarungspartner bundesweit,
- einheitliche Gebühren- und Lizenzmodelle,
- einheitliche lizenzrechtliche Grundlagen und
- homogene Dateninhalte und Formate.

Mit den ersten Lizenzierungen der amtlichen Hauskoordinaten und den damit einhergehenden intensiven Gesprächen mit den Nutzern wurde rasch deutlich, dass auch weitere Inhalte des Liegenschaftskatasters für die Nutzer von Interesse waren. So wurden im Jahr 2007 auch die amtlichen Hausumringe, eine 2D-Gebäudegrafik des Liegenschaftskatasters, beim Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen zusammengeführt und zentral bereitgestellt. Die GVHK wurde somit zur GVHH, Gemeinschaft zur Verbreitung der Hauskoordinaten und Hausumringe, erweitert.

Im Zuge einer Verwaltungsreform in Nordrhein-Westfalen wurde das Landesvermessungsamt zum 01.01.2008 organisatorisch in die Bezirksregierung Köln als Abteilung Geobasis NRW eingegliedert.

Seit 2011 agiert die zentrale Vertriebsstelle mit einer neuen Organisationsstruktur und ist dem Lenkungsausschuss Geobasis (LA Geobasis) unterstellt. Mitglieder des LA Geobasis sind die Leiter der Landesvermessungsbehörden der Länder, die das Land Nordrhein-Westfalen im April 2011 offiziell mit der Einrichtung der Zentralen Stelle Hauskoordinaten und Hausumringe (ZSHH) beauftragten. Somit wurde die ZSHH formal bei der Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW, eingerichtet. Sie handelt auf der Grundlage der Gebührenrichtlinie (AdV-GR) und der Musterlizenzvereinbarungen der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV).

Zwischenzeitlich folgten die Bedürfnisse der Nutzer bereits dem allgemeinen Trend zur dreidimensionalen Darstellung von Gebäuden, z. B. in Form von 3D-Stadtmodellen. Auch die Navigationsbranche entwickelte sich in diese Richtung und somit reagierte der LA Geobasis und beauftragte die ZSHH im Dezember 2011 damit, auch dreidimensionale Gebäudestrukturen bundesweit bereitzustellen. Bereits zum Ende des Jahres 2013 werden 3D-Gebäudemodelle in der Ausprägung „Level of Detail 1“ (LoD1) für den überwiegenden Teil der Länder zentral bei der ZSHH verfügbar sein.

2 Rahmenbedingungen

Die Nutzer legen großen Wert auf einheitliche und homogene Geobasisdaten. Diese bereitzustellen ist eines der Kernziele der ZSHH. Doch stellen neben der föderalen

Struktur des amtlichen Vermessungswesens in Deutschland auch länderspezifische Besonderheiten und Entwicklungen erschwerende Rahmenbedingungen dar. Als Beispiel sei hier nur die Kommunalisierung des Liegenschaftskatasters in Nordrhein-Westfalen erwähnt, hier müssen die Daten von 53 Katasterbehörden in einem Datenpool zusammengeführt werden.

Deshalb befassen sich die Vermessungsverwaltungen der Länder seit einigen Jahren intensiv mit der Einführung des neuen Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems ALKIS. Ziel von ALKIS ist es, die raumbezogenen Daten der Liegenschaftskarte mit den nicht-raumbezogenen Daten des Liegenschaftsbuches systemtechnisch zu verbinden und redundanzfrei zu führen. Für die Strategie, die tatsächliche Umsetzung der grundlegenden Rahmenvorgaben und den Zeitplan zur Einführung von ALKIS ist jedoch jedes Bundesland selbst verantwortlich. Daraus resultieren teilweise inhaltliche und zeitliche Differenzen hinsichtlich der Umsetzung in den einzelnen Ländern.

Darüber hinaus ist die Einführung des neuen Europäischen Terrestrischen Referenzsystems 1989 (ETRS89) in Verbindung mit der Universalen Transversalen Mercator (UTM) Abbildung dafür verantwortlich, dass es zu Koordinatenverschiebungen in den Ländern kommt, die sich auch auf die Nutzung der Geobasisdaten auswirken (Abb. 1) können.

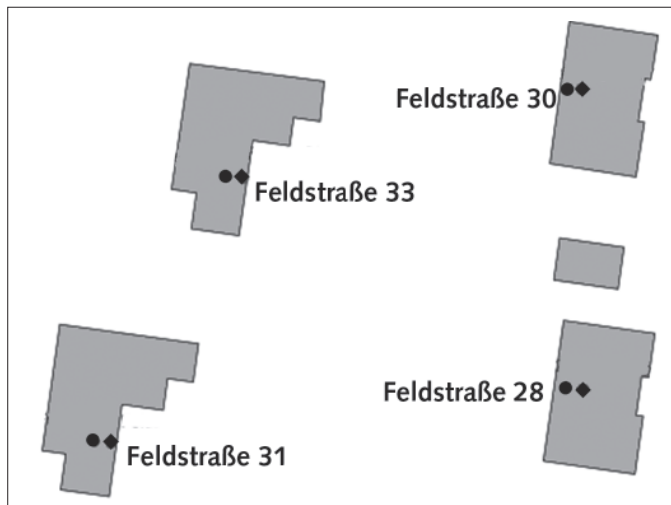


Abb. 1: Projektionsbedingte Koordinatenverschiebungen bei ausgewählten Hauskoordinaten (Quelle: Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW)

Die ZSHH erhält die Hauskoordinaten und Hausumringe der Bundesländer jeweils zum 01. April und führt sie als Sekundärdatenbestand. Nach Erhalt der Daten werden diese im Rahmen von Qualitätsmanagement-Prozessen überprüft, die Hauskoordinaten durch die Deutsche Post Direkt GmbH um postalische Informationen ergänzt und Lizenznehmern dann ab August jeden Jahres bereitgestellt.

Eine kontinuierliche Optimierung der Maßnahmen des Qualitätsmanagements steht im Fokus der ZSHH und der Länder. Basierend auf einem intensiven Dialog werden die aktuellen Prozesse weiter verbessert und sorgen so zukünftig für eine stetige Qualitätssteigerung des ZSHH-Produktangebotes.

3 ZSHH-Produktportfolio

3.1 Amtliche Hauskoordinaten

Die amtlichen Hauskoordinaten des Liegenschaftskatasters definieren die genaue räumliche Position adressierter Gebäude. Anders als durch Interpolation berechnete oder anderweitig erhobene Daten, beruhen die bundesweit knapp 21 Mio. Hauskoordinaten auf einer individuellen Vermessung vor Ort.

Neben der hohen geometrischen Lagegenauigkeit (Abb. 2) bieten die im ASCII-Format aufbereiteten Hauskoordinaten zusätzliche Dateninhalte, die eine Verknüpfung mit Adressinformationen ermöglichen:

- Kennung des Datensatzes
- Bundesweit eindeutige ID
- Qualitätsangabe A, B, R
- Amtlicher Schlüssel: Land, Regierungsbezirk, Kreis/kreisfreie Stadt, Gemeinde, Orts- bzw. Gemeindeteil (ausgewählte Länder), Straße
- Straßenname, Hausnummer, Adressierungszusatz
- Anreicherung um postalische Informationen (Quelle: Deutsche Post Direkt GmbH): Postleitzahl, postalischer Ortsname, Zusatz zum postalischen Ortsnamen, postalischer Ortsteil
- Koordinatenpaar (UTM).

Hinsichtlich der Qualitätsstufen werden folgende Unterscheidungen getroffen:

- A – Koordinate innerhalb des vorhandenen Gebäudes (96,7 %)
- B – Koordinate innerhalb des Flurstücks, Gebäude sicher in der Örtlichkeit vorhanden (0,6 %)
- R – Koordinaten innerhalb des Flurstücks, Gebäude nicht sicher in der Örtlichkeit vorhanden (2,7 %).



Abb. 2: Amtliche Hauskoordinaten in Kombination mit amtlichen Hausumringen
(Quelle: Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW)

Hauskoordinaten werden branchenübergreifend als Grundlage für eine hausgenaue Geocodierung von Adressen verwendet. Darüber hinaus dienen sie als Hilfsmittel für eine exakte Zielführung im Bereich der Kraftfahrzeug-, Fahrrad- und Fußgängernavigation. Auch die hausgenaue Zustellung durch Verlage, Presseverteiler oder Postzusteller kann auf dieser Grundlage erfolgen. Zudem dienen die Hauskoordinaten als Basis für präzise Netzdokumentationen bei Energieversorgern, Kabelnetzbetreibern und Unternehmen aus dem Telekommunikationssegment.

3.2 Amtliche Hausumringe

Die rund 49 Mio. amtlichen Hausumringe beschreiben georeferenzierte Umringspolygone von Gebäudegrundrissen. Da sie überwiegend ebenfalls auf einer individuellen Vermessung vor Ort basieren, verfügen sie über eine hohe geometrische Genauigkeit und lassen sich ideal mit den amtlichen Hauskoordinaten kombinieren. Sie werden im Shape-Format aufbereitet und erhalten keine zusätzlichen Attributierungen.

Amtliche Hausumringe stellen eine sehr hochwertige Ergänzung von Navigationsdaten und anderen amtlichen Geobasisdaten dar. Sie sind Garant für eine einfach zu interpretierende Stadtplanoptik und bieten eine präzise Visualisierung aller Einzelgebäude. Zudem werden sie für mikrogeographische Analysen herangezogen und dienen als Grunddatenbestand für 3D-Visualisierungen. Nutzer aus dem Geomarketing-Umfeld und der Immobilienwirtschaft profitieren ebenso von diesen Mehrwerten, wie der Freizeit- und Outdoorbereich sowie die Telekommunikationsbranche.

3.3 3D-Gebäudemodell LoD1

Zukünftig stellt die ZSHH zusätzlich zu den amtlichen Hauskoordinaten und Hausumringen auch Daten des 3D-Gebäudemodells in der Ausprägung „Level of Detail 1“ (LoD1) bereit. Im Datenbestand werden alle oberirdischen Gebäude ohne Berücksichtigung der tatsächlichen Dachform in Form eines einfachen Klötzchens mit Flachdach repräsentiert (Abb. 3).

Folgende Dateninhalte werden bereitgestellt:

- Geometriebeschreibung des Gebäudes
- Höhe des Gebäudes
- Objektidentifikator
- Gebäudefunktion
- Qualitätsangaben – Datenquelle Dachhöhe, Datenquelle Lage, Datenquelle Bodenhöhe, Bezugspunkt Dach, Aktualität
- Amtlicher Gemeindeschlüssel.

In NRW z. B. wird die Höhe des Gebäudes aus Daten von Laserscannerbefliegungen abgeleitet, indem der Mittelwert (Median) der in einen Hausumring fallenden Laserscan-Messwerte als Gebäudehöhe verwendet wird. Dieser Wert kann irgendwo zwischen den Höhen von Traufe und First liegen. Liegen keine Laserdaten vor, wird die Höhe aus der Stockwerksangabe bestimmt (Anzahl Stockwerke multipliziert mit einer durchschnittlichen Stockwerkshöhe von 3,2 m). Sind auch diese nicht verfügbar, werden Standardwerte (9 m für Hauptgebäude, 3 m für Nebengebäude wie Garagen) eingetragen. Nebengebäude sind Gebäude unter 20 m² und Gebäude mit bestimmten Objektschlüsseln.

In den Qualitätsangaben, Datenquelle Dachhöhe wird angegeben, woher die Dachhöhe kommt.

Ob oder in welcher Tiefe die Gebäude-/Bauwerksfunktionen in ALKIS bzw. die Gebäudenutzungen in der ALK mit den Attributwerten bereitgestellt werden, wird derzeit noch mit den Ländern diskutiert.

Der Datenbestand befindet sich derzeit im Aufbau. Bereits Ende des Jahres 2013 ist mit der Bereitstellung der ersten Länderdaten zu rechnen. Sie werden im CityGML- und Shape-Format ausgeliefert. Mit einer bundesweit flächendeckenden Verfügbarkeit der LoD1-Daten wird bis Ende 2014 gerechnet.



Abb. 3: Darstellung des 3D-Gebäudemodells im Level of Detail 1 (LoD1) mit Digitalem Geländemodell und Digitalem Orthophoto (Quelle: Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW)

4 Fazit

Seit 10 Jahren schätzen Nutzer aus den verschiedensten Bereichen die zentrale Bündelungsfunktion der bei der Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW, eingerichteten Zentralen Stelle Hauskoordinaten und Hausumringe (ZSHH).

So können Hauskoordinaten, Hausumringe und zukünftig auch Daten des 3D-Gebäudemodells in der Ausprägung „Level of Detail 1“ (LoD1) über die ZSHH bundesweit flächendeckend lizenziert und genutzt werden.

Kurz- und mittelfristig werden die im amtlichen deutschen Vermessungswesen angestoßenen Maßnahmen zur Vereinheitlichung von Geobasisdaten, Gebühren und Lizenzvereinbarungen eine qualitativ hochwertige Grundlage für eine umfassende Nutzung von Dateninhalten des Liegenschaftskatasters darstellen.

Dabei steht nach wie vor die Veredelung der Daten durch Dritte im Vordergrund, um Mehrwerte für die Nutzer in den unterschiedlichsten Branchen, mit immer individuelleren Anforderungen, zu generieren. Die ZSHH wird auch zukünftig externe Lizenzierungen

in den Fokus stellen, bei denen die Hauskoordinaten, Hausumringe und auch die LoD1-Daten in veredelter Form in die eigenen Folgeprodukte und Folgedienste der Nutzer integriert und bedarfsgerecht aufbereitet werden. Auf diese Weise wird dafür gesorgt, dass Dateninhalte des Liegenschaftskatasters auch in den kommenden Jahren verstärkt der Nutzung zugeführt werden und dem gesetzlich verankerten Verbreitungsgebot der amtlichen Geobasisdaten Rechnung getragen wird.

5 Literatur

AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen (2013): Amtliche Hausumringe.

www.adv-online.de/icc/extdeu/broker.jsp?uMen=08404d8a-4c41-231f-df24-f5672e13d633 (Zugriff 28.06.2013).

AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen (2013): Amtliche Hauskoordinaten.

www.adv-online.de/icc/extdeu/broker.jsp?uMen=6d470f15-8e71-3c01-e1f3-351ec0023010 (Zugriff 28.06.2013).

Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW (2013): Zentrale Stelle für Hauskoordinaten, Hausumringe und 3D-Gebäudemodelle (ZSHH).

www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/organisation/abteilung07/dezernat_74/zshh/index.html (Zugriff 28.06.2013)

Büdenbender, M.; Westenberg, G.; Will, K. (2012): Hauskoordinaten und Hausumringe. In: Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen, 311-329.

Flächennutzungsmanagement mit vernetzten Geodaten – ein Blick auf die GDI-DE

Martin Lenk

Zusammenfassung

Die Geodateninfrastruktur Deutschland, betrieben von Bund, Ländern und Kommunen, ist der organisatorische und technische Rahmen für die internetbasierte Bereitstellung raumbezogener Daten und Dienste. Ein Einblick in die GDI-DE und die konkreten Nutzungsmöglichkeiten wird über das im Internet verfügbare Geoportal.de und den darin integrierten Geodatenkatalog.de ermöglicht.

1 Einführung

Mit der GDI-DE wird das Ziel verfolgt, raumbezogene Daten (Geodaten) der öffentlichen Verwaltung über Geodatendienste, beispielsweise Such-, Karten- oder Downloaddienste möglichst interoperabel verfügbar zu machen.

Die GDI-DE bietet aufgrund ihres vernetzten und interoperablen Ansatzes gute Voraussetzungen, potenziell alle Arten von Daten mit Raumbezug, die für ein effizientes Flächennutzungsmanagement notwendig sind, über das Internet schnell wie einfach zu finden und zu nutzen. Voraussetzung hierfür ist, dass die betroffenen Geodaten gemäß den Standards der GDI-DE dienstebasiert von den datenhaltenden Stellen über das Internet bereitgestellt werden. Daten und Dienste der GDI-DE können dann über den Geodatenkatalog.de, einer zentral betriebenen technischen Komponente der GDI-DE, recherchiert werden.

Der Geodatenkatalog.de ist an ca. 30 Fachinformationssysteme von Verwaltung und Wissenschaft angeschlossen. In diesen Systemen finden sich etwa 100 000 Metadatensätze (Stand 2013), die für die Auswahl und Weiterverarbeitung passender Datensätze und Dienste herangezogen werden können. Der Geodatenkatalog.de ist im zentralen Portal der GDI-DE, dem Geoportal.de (www.geoportal.de) integriert und damit auch für individuelle Nutzer öffentlich zugänglich. Er kann außerdem über eine standardbasierte Schnittstelle in Fachsystemen aller Art direkt implementiert werden.

Die Ergebnisse des Katalogs erlauben es, sich über existierende Datensätze umfassend zu informieren. In Ihnen sind in vielen Fällen auch Informationen über die mit den Daten verknüpften Geodatendienste, beispielsweise Kartendienste enthalten. Nutzer sind damit in der Lage, Geodaten aus unterschiedlichsten Quellen direkt für ihre Zwecke einzusetzen.

2 Bedeutung von Geoinformation

Geoinformationen beschreiben Objekte und Sachverhalte in unserer Umwelt mit einem Raumbezug. Sie sind Bestandteil unseres Alltags, beispielsweise in Form einfacher Wegbeschreibungen oder Karten. Geoinformationen beziehen sich aber nicht nur auf Landschaften und Wege, sondern auf viele Aspekte bzw. Bestandteile unserer Gesellschaft, beispielsweise die Beschreibung der Umweltqualität in unserem Lebensraum, die Ausstattung mit Infrastruktur in verschiedenen Wirtschaftszonen oder die Versorgung mit Ärzten und Krankenhäusern in städtischen und ländlichen Gebieten.

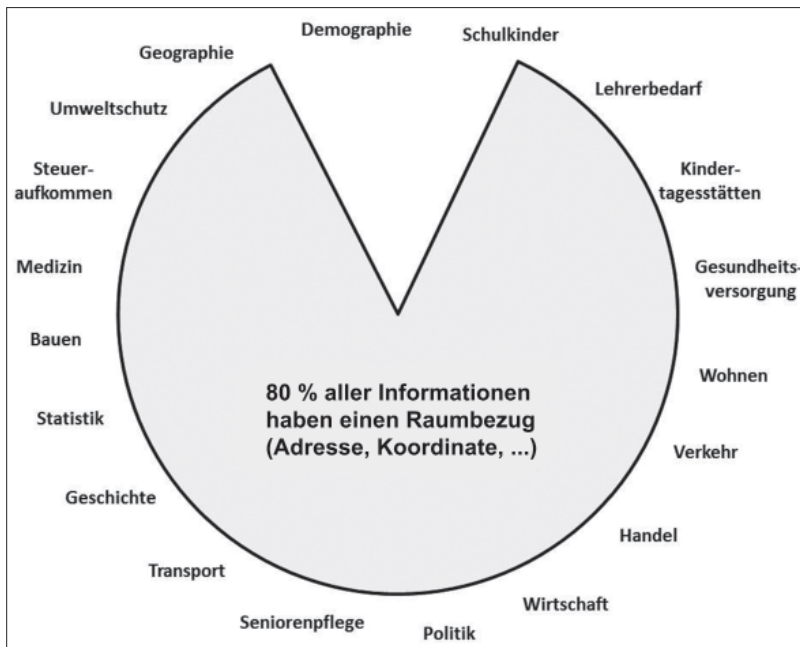


Abb. 1: Dimension von Geoinformation in unserer Gesellschaft (Quelle: eigene Bearbeitung)

In der heutigen Informations- und Wissensgesellschaft haben Geoinformationen eine immens hohe Bedeutung für Entscheidungsprozesse. Die Grundlagen für dieses hohe Nutzenpotenzial bilden

- **ein einheitlicher Raumbezug**, auf dessen Grundlage Objekte und Sachverhalte räumlich miteinander in Bezug gesetzt werden (z. B. „Bebauungsflächen“ und „Überschwemmungsgebiete“ auf einer Karte) sowie
- **die Möglichkeiten des Internets**, mit denen man in die Lage versetzt wird, auf verteilte Datenmengen zuzugreifen, diese in einen sinnvollen Zusammenhang zu bringen und daraus Entscheidungsgrundlagen abzuleiten (z. B. Berechnung von Hochwasserrisikogebieten mit hohem Schadensrisiko bzw. Priorisierung örtlicher Hochwasserschutzmaßnahmen).

Voraussetzung hierfür ist die Verwendung einheitlicher Standards, nicht nur aus der Mainstream-IT im Rahmen des World Wide Web, sondern speziell für die Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung von Geodaten im Internet.

Im Anwendungsbereich dieser „Geostandards“ wurde in den letzten Jahren der Begriff der „Geodateninfrastruktur“ (Spatial Data Infrastructure) geprägt. Die Bedeutung dieses Begriffes bzw. Themas lässt sich unter anderem daran erkennen, dass im Jahr 2007 in der Europäischen Union hierfür eine eigene Richtlinie (2007/02/EG – Infrastructure for Spatial Information in Europe – INSPIRE) erlassen wurde. Im Kontext dieser Richtlinie wurde eine Reihe von Festlegungen getroffen, welche die öffentlichen Einrichtungen bzw. geodatenhaltende Stellen in den Mitgliedsstaaten verpflichten, einheitliche Standards

- für die **Beschreibung** von Geodatenätzen und Geodatendiensten (Metadaten),
- für die **Bereitstellung** von Geodatendiensten (Such-, Karten- und Downloaddienste) und
- für die **Harmonisierung** von Geodatenätzen (Datenspezifikationen)

zu verwenden. In Deutschland wird die Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie im Kontext der „Geodateninfrastruktur Deutschland“ vorangetrieben.

3 Geodateninfrastruktur Deutschland

Die Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) ist ein Vorhaben von Bund, Ländern und Kommunen. Sie beruht auf einem Beschluss des Chefs des Bundeskanzleramtes und der Chefs der Staats- und Senatskanzleien der Länder vom 27. November 2003 für den gemeinsamen Aufbau der GDI-DE im Rahmen des nationalen E-Government. Die Kommunalen Spitzenverbände wirken an dem gemeinsamen Aufbau der GDI-DE mit. Eine Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern regelt seit 2005 die Zusammensetzung und Aufgaben der am Aufbau und Betrieb der GDI-DE beteiligten Akteure (Verwaltungsvereinbarung GDI-DE 2013).

3.1 Organisation

Das **Lenkungsgremium GDI-DE (LG)** ist das fachpolitische Entscheidungsgremium. Es setzt sich zusammen aus Vertretern des Bundes, der Länder sowie der kommunalen Spitzenverbände. Diese steuern und koordinieren die GDI-DE, einschließlich die Umsetzung der Richtlinie 2007/2/EG (INSPIRE).

Das LG trifft und berät sich in der Regel zweimal jährlich. Alle Beschlüsse im LG müssen grundsätzlich einstimmig unter Einbeziehung betroffener fachlicher Zuständigkeiten gefasst werden. Diese Verfahrensweise gewährleistet einen hohen Grad an Akzeptanz auf allen Ebenen der Verwaltung, vom Bund bis zu den Kommunen.

Die **Koordinierungsstelle Geodateninfrastruktur Deutschland (Kst.)** stimmt im Auftrag des LG Arbeiten zur Umsetzung der GDI-DE und der INSPIRE-Richtlinie ab. Kontaktstellen bei Bund und Ländern unterstützen die Kst. bei ihren Aufgaben. Hierzu gehören kommunikative Themen innerhalb der Geodateninfrastruktur Deutschland, wie z.B. beratende Funktionen bei der Erstellung und Umsetzung von GDI-DE-Konzepten. Die Kst. wird seit 2005 von Bund und Ländern gemeinsam auf der Grundlage der Verwaltungsvereinbarung GDI-DE finanziert. Sie hat ihren Sitz im Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) in Frankfurt.

In Arbeitskreisen und Projektgruppen wirken Experten aus Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft zusammen, um die gemeinsamen fachlichen, technischen und organisatorischen Grundlagen der GDI-DE abzustimmen. Eine Übersicht der Arbeitsgruppen, Arbeitskreise und deren Aufgaben findet sich auf der Homepage der GDI-DE (www.gdi-de.org).

3.2 Technischer Aufbau

Die technische Architektur der GDI-DE sieht vor, den Zugang zu den fach- und ebenenübergreifenden Geodaten verschiedener Stellen, dienstebasiert herzustellen, d. h. auf Basis einer „Service Oriented Architecture (SOA)“. Das Zusammenspiel der technischen Interoperabilität funktioniert

- a) über standardbasierte, dezentrale Dienste bei den originär zuständigen Stellen für die Daten und
- b) über zentrale Komponenten der GDI-DE, welche die Interoperabilität der Daten und Dienste sowie den vereinfachten Zugriff über zentrale Schnittstellen vereinfachen (IT-Governance).

In der GDI-DE wurden vier zentrale Komponenten definiert: Geoportal.de, Geodatenkatalog.de, GDI-DE Testsuite und GDI-DE Registry (Architektur der GDI-DE 2010, siehe auch Abb. 2).

Der Betrieb der zentralen Komponenten wird gemäß der o. g. Verwaltungsvereinbarung derzeit vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie anhand eines vom LG GDI-DE verabschiedeten Leistungskataloges gewährleistet.

Für die Nutzung der GDI-DE im Rahmen von Fachanwendungen und -aufgaben dienen vor allem

1. der **Geodatenkatalog.de** als zentrale Schnittstelle für die performante Suche nach Geodaten bei Bund, Ländern und Kommunen und
2. das **Geoportal.de** als offene Plattform im Internet, die den zentralen Zugriff auf die Daten und Dienste für die Nutzer ermöglicht.

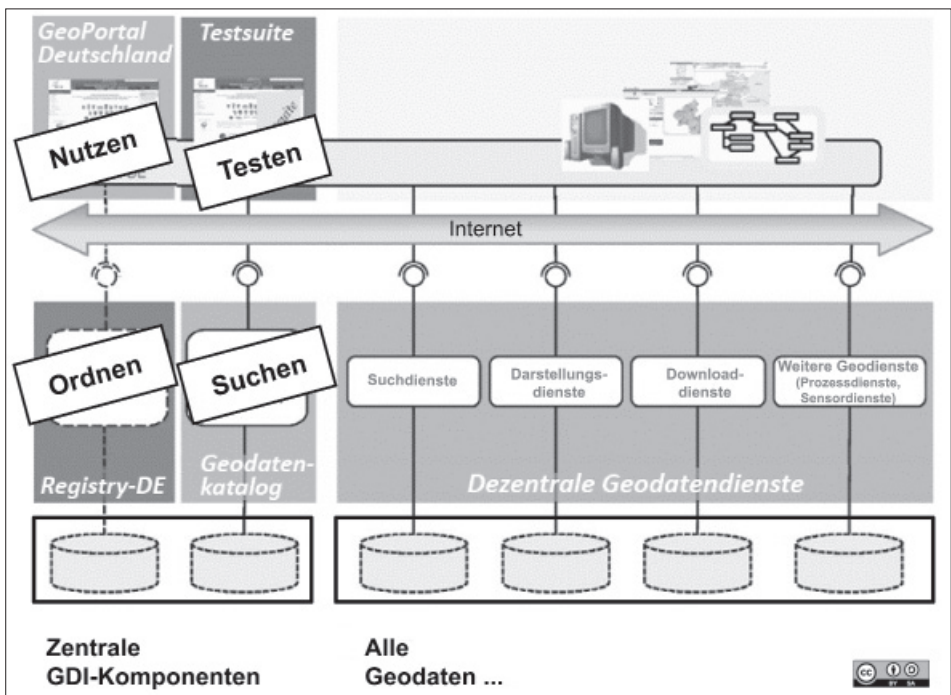


Abb. 2: Technischer Aufbau der GDI-DE: Komponentensicht (Quelle: eigene Bearbeitung)

Im Geodatenkatalog.de sind aktuell ca. 100 000 Katalogeinträge (Metadatenbeschreibungen) für die offene Recherche verfügbar. Sie können über die Suchoberfläche im Geoportal (www.geoportal.de) direkt durchsucht werden. Im Ergebnis werden Listen über Daten und Dienste dargestellt. Die Datenbeschreibungen geben dem Nutzer Auskunft über Inhalte, Schlüsselwörter, Zuständigkeiten oder Kontaktdaten. Die Beschreibungen über die Dienste erlauben es, die gefundenen Geoinformationen direkt zu nutzen.

4 Informationen zur Flächennutzung in der GDI-DE

Informationen, die für ein Flächennutzungsmanagement benötigt werden, können mit dem Geoportal.de unabhängig von Herkunft und Zuständigkeit der Datengrundlagen gefunden und genutzt werden. Ein Beispiel: Für die Suche nach dem Begriff „Flächennutzung“ werden annähernd 1 500 Katalogeinträge über Datensätze und über 800 Einträge über Kartendienste in Deutschland gefunden (Stand August 2013). Die Anzahl der gefundenen Treffer hängt grundsätzlich davon ab, ob und in welcher Qualität öffentliche Einrichtungen, zumeist Bundes- und Landesbehörden, ihre Geodaten anhand der Standards in der GDI-DE beschreiben und über Dienste im Internet anbieten. Eine Bewertung der gefundenen Treffer vermittelt aktuell den Eindruck, dass einer-

seits eine Vielzahl an Daten und Diensten in der GDI-DE existieren, deren grundsätzliche Verfügbarkeit und Qualität aber zwischen einzelnen Bundesländern und Behörden stark divergieren.

Neben den rein textlichen Metadatenbeschreibungen über Datensätze, die in Verwaltungsstellen in Deutschland vorliegen, sind vor allen die gefundenen Dienst-Ressourcen (Kartendienste) direkt für einen Online-Zugriff im Internetbrowser oder einem Geographischen Informationssystem (GIS) nutzbar. Über eine in der Ergebnisliste integrierte Funktion („In Karte anzeigen“) lässt sich die Karte beispielsweise im browser-basierten „Kartenviewer“ des Geoportal.de anzeigen. Die technische Interoperabilität eines Kartendienstes erlaubt es, die in der Trefferliste gefundenen Kartendienste aus unterschiedlichen Quellen, vor allem Behörden, zu überlagern. Auf diese Weise können im Zusammenhang stehende Sachverhalte im Raum auf einfache Weise in einer Karte plausibel dargestellt werden, beispielweise rechtsgültige Bebauungspläne und Gewässer mit Hochwasserrisiko (Abb. 3).

Für die Integration eines gefundenen Geodatendienstes in ein GIS ist die Anwendung des Geoportal.de nicht notwendig. Es genügt die gefundene Adresse des Dienstes (URL) in das GIS so einzubinden, so dass entsprechende Zugriffe des Dienstes direkt aus dem GIS (Applikation bzw. Fachverfahren) heraus gestartet werden können. Einfache Beispiele hierfür sind die Integration eines Dienstes mit einer topographischen Hintergrundkarte in einem Fachportal oder die Anfrage an einen Ortssuchdienst, z. B. für einen Behördenfinder als Bürgerdienst.

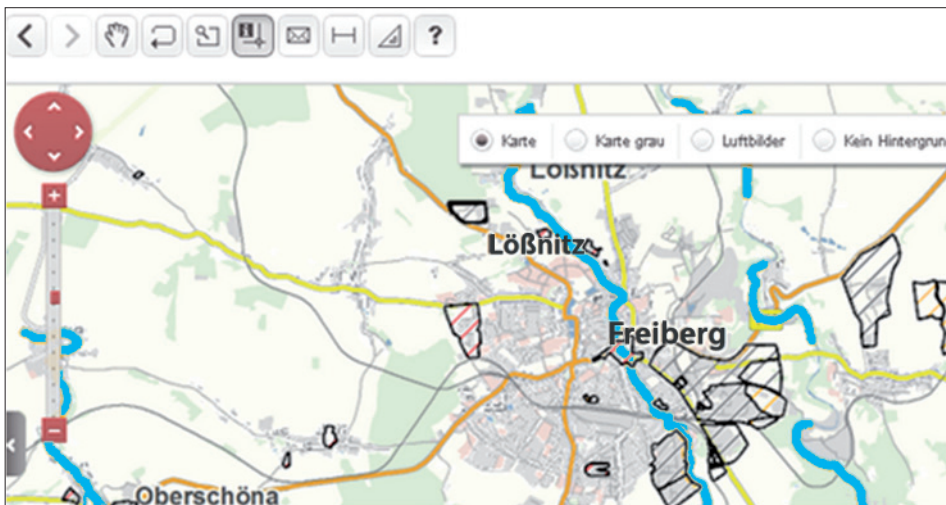


Abb. 3: Kartendienst mit Lage von Bebauungsplänen (schwarz schraffiert) und ausgewiesenen Hochwasserrisikogebieten (blaue Linien) (Quelle: Geoportal.de)

Das hier beschriebene Beispiel dient der Veranschaulichung des großen Nutzungspotenzials der GDI-DE für das Flächennutzungsmanagement in Deutschland. Weitere Szenarien anhand konkreter Fachaufgaben von Behörden und wissenschaftlichen Einrichtungen sind vom Ausbau und der Weiterentwicklung der GDI-DE abhängig. Hierzu gehören neben der verbesserten Quantität und Qualität der verfügbaren Datenbestände, die Bereitstellung von Downloadfunktionen sowie die Implementierung interoperabler Austauschformate.

5 Fazit

Für Aufgaben im Bereich des Flächennutzungsmanagements werden in der Regel eine Vielzahl von Daten aus unterschiedlichen Quellen benötigt. Hierbei kommt den Datenbeständen der öffentlichen Verwaltung eine sehr hohe Bedeutung zu. Mit der GDI-DE steht eine technische Infrastruktur zur Verfügung, die es ermöglicht, variabel auf aktuelle Datenbestände von Bundes-, Landes- und Kommunalbehörden zuzugreifen und diese zu nutzen.

Die derzeitigen im Internet bereitstehenden Komponenten der GDI-DE, insbesondere das Geoportal.de und der Geodatenkatalog.de erlauben es bereits, auf eine Vielzahl von vernetzten Daten und Ressourcen der GDI-DE zuzugreifen. Um dieses Angebot zu verbessern, müssen die Ressourcen der GDI-DE im Rahmen von Fachanwendungen weiter genutzt, geprüft und ausgebaut werden.

Der Aufbau der durch die INSPIRE-Richtlinie getragenen Europäischen Geodateninfrastruktur ist bis in das Jahr 2020 vorgesehen. Bis dahin sollen weitere dienstebasierte Funktionen implementiert werden sowie die Harmonisierung der Datenbestände aller geodatenhaltenden öffentlichen Stellen in der EU umgesetzt sein. Die harmonisierten Datenbestände orientieren sich an insgesamt 34 Fachthemen, die in den Anhängen der Richtlinie genannt werden. Sie umfassen Themen wie Gewässer- und Verkehrsnetze, Schutzgebiete, Bodenbedeckung, naturbedingte Risikogebiete oder Gesundheitsversorgung. Mit der Realisierung der INSPIRE-Richtlinie in Europa und ihrer Umsetzung in Deutschland durch die GDI-DE entstehen vielfältige Anwendungsszenarien für eine neue Qualität der Raumbeobachtung und des Flächennutzungsmanagements.

6 Literatur

Amtsblatt der Europäischen Union (2007): Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE).

<http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2007:108:SOM:DE:HTML>
(Zugriff: 24.09.2013).

Bundesrepublik Deutschland (2013): Vereinbarung zwischen dem Bund und den Ländern zum gemeinsamen Aufbau und Betrieb der Geodateninfrastruktur Deutschland.

www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/Verwaltungsvereinbarung_2013.html (Zugriff: 24.09.2013).

Koordinierungsstelle GDI-DE (2010): Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland, Version 2.0 (Media Canter, Dokumente).

www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/GDI-DE%20Architektur-konzeptv2.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff: 24.09.2013).

Fachinformationssysteme unter Einbindung zentraler Dienste

Armin Müller

Zusammenfassung

Aufbau und Betrieb von Fachinformationssystemen (Beispiel: Lokales Umweltinformationssystem) sind vor allem zeit- und ressourcenintensiv. Häufig fehlen die Grundlagendaten, um ein solches Informationsangebot präsentieren zu können. Mit den vito^c cloud services bietet Rheinland-Pfalz eine speziell auf die Belange von z. B. „Wasserdaten“ ausgerichtete Dienstplattform, über die in Form von „Mashups“ Geodaten, Fachinhalte und Web-Funktionen in vielfältiger Weise zu einem individuellen Informationsbaukasten kombiniert werden können (Mashups: Kombination von Webinhalten und Einbinden auf eigenen Webseiten). Indem verteilte Kompetenzen gebündelt, digitale Angebote vernetzt und die vorhandene vito^c-Infrastruktur verwendet werden, entstehen konkrete Synergieeffekte. Bausteine von vito^c können zu anforderungsspezifischen Leistungspaketen zusammengestellt und lokal genutzt werden. Allein die Anforderungen des konkreten Leistungsanbieters (z. B. Gemeinde, Expertengruppe) entscheiden über den Umfang und die Nutzung.

Jedes mit den vito^c-Bausteinen individuell konfigurierte Informationssystem wird mit den zugehörigen Daten und Funktionen nach dem „Cloud-Prinzip“ innerhalb der vito^c-Architektur betrieben. vito^c cloud services schaffen bilaterale Kommunikationswege über das Internet, um z. B. lokale Hinweise in den Fachkarten online zu markieren und kommentiert an die Verwaltung zu senden. Sie liefern damit wichtige Zusatzinformationen und tragen zur Verbesserung der Daten im öffentlichen Raum bei. Die vito^c cloud services bieten mandantenfähige Informationsbausteine im Netz, bei denen nicht einfach generische Bilder, Texte, Karten angeboten werden, sondern für jede Community ein eigenes Informationssystem individueller Prägung und mit umfangreichen Daten (dynamische Karten, Messwerte, Berichte, etc.) zusammengestellt wird.

1 Facharchitektur

vito^c ist ein System, das Werkzeuge zur Nutzung eines zentralen Datenpools unterschiedlicher Adressaten für unterschiedliche Aufgabenschwerpunkte anbietet und Institutionen verschiedener Ebenen vernetzt (Behörden, Ingenieurbüros, Gemeinden oder Expertencommunities). vito^c ist ein Akronym, das für „virtual team-oriented communities“ steht (Informationen s. u. www.geoportal-wasser.rlp.de/ sowie die Präsentation zum 5. Dresdner Flächennutzungssymposium am 05. und 06. Juni 2013 unter www.ioer-monitor.de/).

Mit der vito^c-Architektur wurde der konzeptionelle und technische Rahmen für eine prozess-orientierte Modellierung und Integration projektzentrierter Fachverfahren und dem Fokus auf einer ortsunabhängigen Zusammenarbeit in der Fachverwaltung geschaffen.

- IT – Facharchitektur für serviceorientierte Anwendungen
- Entwickelt aus Anforderungen der Wasserwirtschaft an eine flexible, projektzentrierte Anwendungslandschaft
- Modulares Baukastensystem für raumbezogene, web-basierte Anwendungen und Dienste

vito^c ist als serviceorientierte Architektur mit folgenden Kerntechnologien konzipiert: Ein CMS stellt das objektorientierte Java Development Framework für die komplexen hierarchisch gestaffelten Objekt- und Rechtestrukturen aller vito^c-gestützten Fachverfahren bereit.

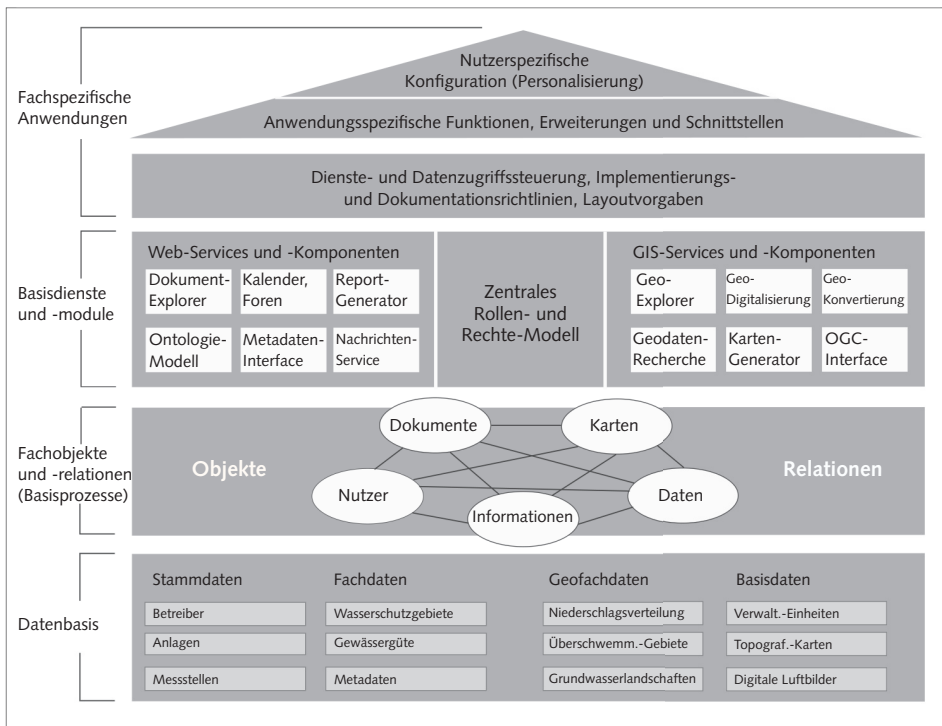


Abb. 1: vito^c-Architektur (Quelle: Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz)

Geoinformationssysteme sind die zentralen Elemente zur Verarbeitung, Auswertung und Navigation raumbezogener Daten sowie auch für den georeferenzierten Informationsaustausch über OGC-konforme Schnittstellen. Auf der Basis einer zentralen relationalen Datenbank für alle wasserwirtschaftlichen Fachdaten sowie die in diesem Kontext erforderlichen Geodatenbestände stehen Fachanwendungen und

Auskunftssysteme für unterschiedliche Aufgabenstellungen und Nutzergruppen zur Verfügung. Alle Anwendungen basieren auf der vito^c-Architektur der Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, so dass für deren Nutzung ausschließlich ein aktueller Web Browser erforderlich ist.

2 vito^c – ein integriertes Modell

Im Vordergrund stehen die Unterstützung teamorientierter Arbeitsabläufe, die intuitive Nutzbarkeit digitaler Angebote, die unmittelbare Verfügbarkeit interoperabler Daten und Verwaltungsdienstleistungen und die Wiederverwendbarkeit der Bausteine in Kooperation mit verschiedenen Partnern.

„Cloud-Paradigma“ der vito^c-Architektur:

- Web-zentriertes Dienstportfolio
- Zentraler Betrieb, dezentrale Nutzung
- Konfigurieren statt Programmieren

vito^c cloud services:

- Nutzung nach Registrierung
- Gekapselte, mandantenfähige Bausteine
- Fokus auf raumbezogene Daten

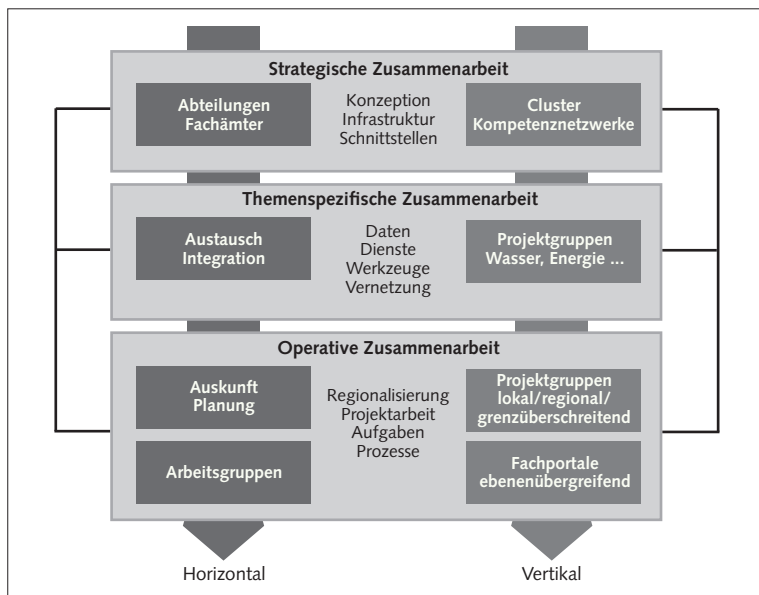


Abb. 2: vito^c-Modell Zusammenarbeit (Quelle: Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz)

Mit vito^c wird eine Vereinheitlichung der Abläufe und Transparenz über alle Ebenen erreicht:

Organisatorisch

- Integration paralleler Prozesse
- Steuerung von Kooperationen
- Aufbau von Co-Kompetenzen für Kommunen, Dienstleister, Wirtschaft und Wissenschaft
- Kontinuierlicher Know-how-Transfer

Funktional und technisch

- Steigerung der Anwendungsflexibilität
- Zusammenführung heterogener IT-Strukturen
- Nutzung verteilter Daten und Dienste
- Wirtschaftlicher Ressourceneinsatz

3 Praxis

Zusammenarbeit erfordert grundlegende Rahmenbedingungen: Die Möglichkeit der ad-hoc Vernetzung von Projektbeteiligten an verschiedenen Orten und zu beliebigen Zeiten, der schnelle, bedarfsgesteuerte Zugang zu allen relevanten Daten und Informationen

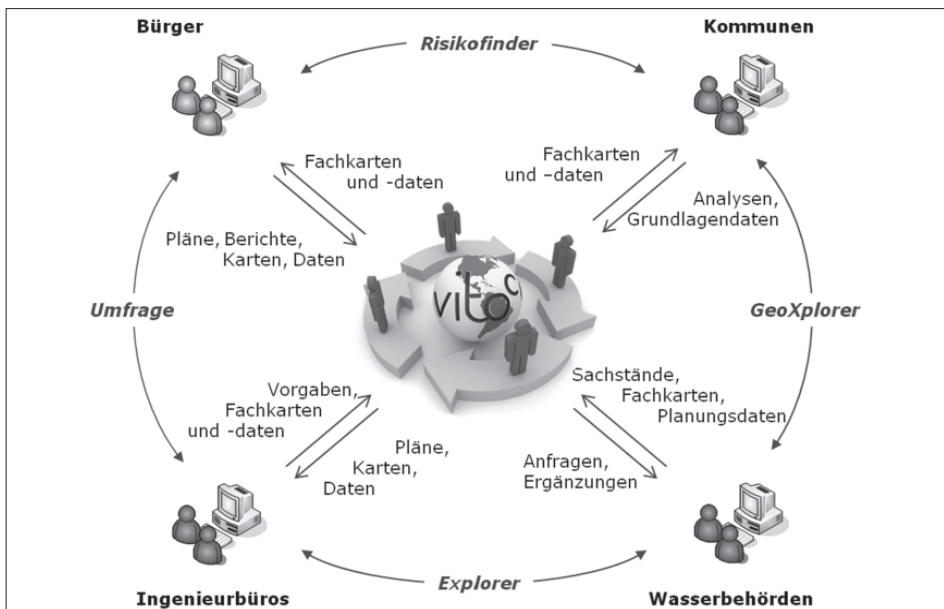


Abb. 3: vito^c-Szenario Zusammenarbeit Risikomanagement Hochwasser (Quelle: Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz)

und die gesicherte Verfügbarkeit von allgemein nutzbaren Basisinstrumenten für Kommunikation, Dokumentation und Visualisierung. Die vito^c cloud services bieten mandantenfähige Informationsbausteine im Netz. In den Hochwasserpartnerschaften können die von Hochwasser bedrohten Gemeinden über ihr vito^c -Informationsangebot ihre Bürger und Bürgerinnen über die Möglichkeiten der Hochwasservorsorge informieren und sensibilisieren. Die Hochwasserpartnerschaften (Abb. 3) beschäftigen sich dabei schwerpunktmäßig mit den folgenden Aufgaben:

- Überprüfung und Übernahme der Informationen aus den Hochwassergefahren- und -risikokarten in die Bauleitplanungen der kommunalen Gebietskörperschaften
- Aktualisierung der Alarm- und Einsatzpläne Hochwasser sowie der Katastrophenschutzpläne der kommunalen Gebietskörperschaften auf der Grundlage der Hochwassergefahren- und -risikokarten und regelmäßige Durchführung von Übungen
- Aktive Beratung der Betroffenen zur Verminderung der Schadenspotenziale in der bestehenden Bebauung
- Mitwirkung der Kommunen und interessierten Öffentlichkeit bei der Erstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne entsprechend der europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
- Anpassung der Hochwasservorsorge an die Auswirkungen des Klimawandels
- Bereitstellung von Hilfen (z. B. Ansprechpartner, Checklisten zur Vorbereitung und zum Verhalten bei Hochwasser), Umfragen zur Verbesserung des Informationsangebotes

Im Vordergrund stehen die Unterstützung teamorientierter Arbeitsabläufe:

Virtuelle Arbeitsgemeinschaften: Fachleute schaffen sich über die vito^c-Plattform ad-hoc und unabhängig von Ort und Zeit einen gemeinsamen virtuellen Projektraum im Internet. Da ein Projektraum ohne weitere Vorbereitungen durch jeden autorisierten Nutzer auf einfache Weise erzeugt und eingerichtet werden kann, wird eine an den realen Projektanforderungen orientierte Zusammenarbeit forciert.

Bedarfsgesteuerte Werkzeuge: Jeder Benutzer stellt sich über die vito^c-Plattform genau die Arbeitsumgebung zusammen, die er für die jeweilige Aufgabenstellung im Rahmen seines Projektes benötigt. So stehen neben Werkzeugen für Kommunikation, Recherche und Auswertung z. B. weitere Dienste zur Visualisierung, Digitalisierung und Datentransformation zur Verfügung.

Dynamische Datenintegration: Ein zentrales Element der vito^c-Plattform ist es, Fachinformationen jederzeit mit raumbezogenen Daten verknüpfen zu können. Durch die integrale Verbindung werden die Grenzen zwischen dynamischer Projektentwicklung und statischer Berichterstellung aufgehoben, der Pflegeaufwand minimiert und die Qualitätssicherung aktiv unterstützt.

Tab. 1: vito^c-Anwendungen

Beispiele an vito ^c -Anwendungen:
www.geoportal-wasser.rlp.de
www.messdatenauskunft.rlp.de
www.iksms-cipms.org
www.flow-ms.eu
www.fgg-rhein.de
www.wasser.rlp.de
www.badeseen.rlp.de
www.naturgefahren.rlp.de

Weitere Unterlagen zum System unter www.geoportal-wasser.rlp.de, Rubrik vito^c-Architektur.

4 Fazit

Der kollaborative Ansatz stellt die Wissenserstellung, -aufbereitung und -verteilung in den Mittelpunkt. Mit durchgängig über (Verwaltungs-)Ebenen erbrachten Dienstleitungen und der Verknüpfung von Informationen aus den verschiedenen Ebenen können Prozesse effizienter und im Netzwerk abgewickelt werden. Dies führt zu einer generellen Erhöhung der Dienstleistungsqualität bei den Partnern durch Wegfall von Redundanzen und Schnittstellenproblemen. Import und Export erfolgt mittels standardisierter Formate (XML, GML, Industriestandards). Das System unterstützt die Zusammenarbeit mit aufgaben-, profil-, oder themenspezifischer Anwendungsumgebung und zentralen Kommunikationskanälen (Benachrichtigungsdienst, SMS, Mail, Internet, Extranet, Intranet, Foren).

Von historischen Karten bis zum aktuellen 3D-Gebäudebestand – Visualisierung raumbezogener Informationen im BayernAtlas

Yvonne Clerico

Zusammenfassung

Der BayernAtlas ist eine kostenfreie Internetanwendung der Bayerischen Vermessungsverwaltung, der amtliche Geobasis- und Geofachdaten des Freistaates Bayern für Bürger, Verwaltung und Wirtschaft kundenorientiert darstellt. Er zeigt flächen-deckend für Bayern hochaufgelöste Luftbilder, Topographische Karten und historische Karten. Durch das Einblenden der Gebäudemodelle sowie der Geländeschummerung wird ein 3D-Effekt erzeugt. Neben der vielfältigen Kartenauswahl bietet der BayernAtlas auch viele praktische Funktionen wie z. B. die Adress- und Ortssuche, Messwerkzeuge, das Ausdrucken eines Kartenausschnittes im DIN A4-Format oder das Anzeigen von Fachdaten mittels Web Map Services (WMS).

Durch die vielfältigen Karteninhalte und Funktionen ist der BayernAtlas ein ansprechen-des Werkzeug für den Bürger, gleichzeitig wendet er sich als Viewer des Geoportals Bayern auch an den Fachanwender. Insbesondere durch das Hinzuladen von Fachdaten über WMS-Dienste (z. B. Energiethemen, Denkmaldaten, Naturschutzgebiete) ist der BayernAtlas zur Visualisierung raumbezogener Informationen optimal geeignet.

Der Energie-Atlas Bayern wurde im Rahmen des Bayerischen Klimaprogramms entwi-ckelt, der auf derselben Technologie basiert wie der BayernAtlas. Der Energie-Atlas ist eine kostenfreie Internetanwendung für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung, mit dem sich der Nutzer über die verschiedenen erneuerbaren Energie-Themen und Anlagenstandorte informieren oder auch eigene Anlagen melden kann.

1 Einführung

Die Bayerische Vermessungsverwaltung veröffentlichte bereits im Jahr 1999 Topographische Karten über die Internetanwendung „TK50-Online“. Im Jahr 2002 wurde der Nachfolger – der BayernViewer – entwickelt. Diese Internetanwendung war zusätzlich mit Orthophotos ausgestattet. Auch andere Bayerische Verwaltungen nutzten für die Darstellung ihrer Geofachdaten im Internet den BayernViewer, und so entstand ab 2004 eine ganze BayernViewer-Familie. Die Software wurde nach und nach aus-gereifter, die Netze schneller, die Möglichkeiten reicher – aber auch die Ansprüche der Nutzer stiegen.

Die Vorstellung von Google Earth und Google Maps im Jahr 2005 läutete eine neue Ära in der Welt der Karten-Viewer ein. Mit der bequemen Bedienung und dem schnellen Bildaufbau setzte Google neue Maßstäbe bei der Präsentation von Geodaten im Internet (Fröhlich 2013).

Um weiterhin attraktiv für die Nutzer zu sein, wurde der BayernViewer weiterentwickelt und im September 2012 als BayernAtlas mit einem neuen modernen Erscheinungsbild freigegeben. Mit dem Einsatz neuer Technologien war dies auch möglich.

2 Visualisierung raumbezogener Geoinformationen im BayernAtlas

Der BayernAtlas ist eine Internetanwendung, die kostenfrei über den Browser genutzt werden kann. Er dient maßgeblich zur Visualisierung raumbezogener Geoinformationen. Neben den bereits fest integrierten Geobasisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung können Geofachdaten anderer Stellen über einen WMS eingebunden und dargestellt werden.

Zudem können mit der Digitalisierungsfunktion Vektordaten (Punkte, Linien und Flächen) erfasst und gespeichert (gpx, kml, geoRSS) werden. Des Weiteren können Vektordaten von der Festplatte geladen und veranschaulicht werden. Diese Funktionen sind nicht nur für Fachanwender, sondern auch für Freizeitanwender interessant. So ist es z. B. möglich, mit dem BayernAtlas eine Radtour zu planen oder eine gefahrene Strecke anzuzeigen.

2.1 Benutzeroberfläche

Der BayernAtlas besteht aus einem großen Kartenfenster, das sich individuell an die jeweilige Bildschirmgröße des Nutzers anpasst.

Die Oberfläche des BayernAtlas ist in mehrere Bereiche unterteilt:

- ① Funktionsleiste: Über die Funktionsleiste stehen verschiedene Bearbeitungswerkzeuge wie z. B. hausgenaue Adresssuche, Druckfunktion, Flächen- und Streckenmessfunktion, Digitalisierungsfunktion, Hinzuladen von Web Map Services (WMS) sowie weitere nützliche Werkzeuge zur Verfügung.
- ② Kartenauswahl: Über die Kartenauswahl kann die dargestellte Hintergrundkarte ausgewählt werden. Zusätzlich stehen für die einzelnen Karten auch verschiedene Überlagerungsoptionen zur Verfügung.

- ③ Themenkarten: Über den Bereich Themenkarten stehen im Basis-Modus saisonal wechselnde Themen aus dem Freizeitbereich zur Verfügung. Im Experten-Modus kann hier nach bestimmten Fachthemen recherchiert werden, die als WMS durch andere Fachverwaltungen zur Verfügung gestellt und im Geoportal beschrieben sind.
- ④ Navigationsleiste: Neben der Navigation über die Maus kann zusätzlich der Navigationsbereich am rechten Bildschirmrand zum Zoomen und Verschieben des Karteninhaltes verwendet werden.



Abb. 1: Übersicht über die Oberfläche des BayernAtlas
(Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung)

2.2 Karten

Der BayernAtlas enthält eine Reihe von Hintergrundkarten der Bayerischen Vermessungsverwaltung, die über die Schaltfläche „Kartenauswahl“ aktiviert werden können. Die hohe Aktualität der Daten, die gleichbleibende flächendeckende Qualität sowie zusätzliche Datenbestände, wie z. B. historische Karten aus dem 19. Jahrhundert und die Parzellarkarte¹, sind Alleinstellungsmerkmale des BayernAtlas.

¹ Die Parzellarkarte entspricht der Digitalen Flurkarte mit reduzierten Inhalten; Grenzzeichen und Flurstücksnummern werden nicht dargestellt.

Folgende Hintergrundkarten stehen dem Nutzer zur Verfügung:

- Aktuelle Luftbilder und Karten



Abb. 2: links – Digitales Orthophoto, rechts – WebAtlas-DE (auch als Graustufenkarte verfügbar), beides aus München (Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung)

- Topographische Karten – heute und gestern



Abb. 3: links – aktuelle Topographische Karte 1:25 000 von Nürnberg, rechts – erste Topographische Landesaufnahme im Maßstab 1:25 000 (Urpositionsblatt) von Nürnberg aus dem Jahr 1862 (Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung)

- Flurkarten – heute und gestern

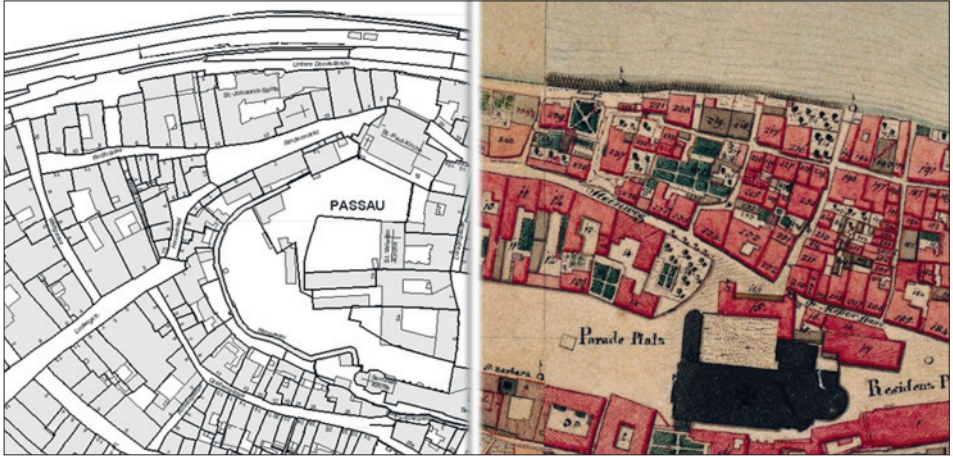


Abb. 4: links – aktuelle Flurkarte von Passau ohne Grenzzeichen und ohne Flurstücksnummern (Parzellarkarte), rechts – erste flächendeckende Flurkarte (Uraufnahme) von Passau aus dem Jahr 1827 (Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung)

- mit 3D-Effekt als Überlagerungsoption



Abb. 5: links – Geländeschummerung im Alpenraum, rechts – 3D-Gebäudemodell Level of Detail 1 (Klötzchenmodell) (Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung)

2.3 Visualisieren von Geofachdaten

Der BayernAtlas bietet neben den vielen Funktionen und Basiskarten auch die Funktion eines WMS-Clients, d. h. Geofachdaten, die als WMS bereit gestellt werden, können im BayernAtlas visualisiert werden.

Für das Hinzuladen von Geofachdaten über einen WMS gibt es mehrere Möglichkeiten:

Im Expertenmodus des BayernAtlas kann gezielt nach Datenbeständen recherchiert werden, die über einen kostenfreien WMS bereitgestellt werden und im Geoportal Bayern registriert sind. Aus der Trefferliste können die Fachdaten ausgewählt und direkt im BayernAtlas visualisiert werden.

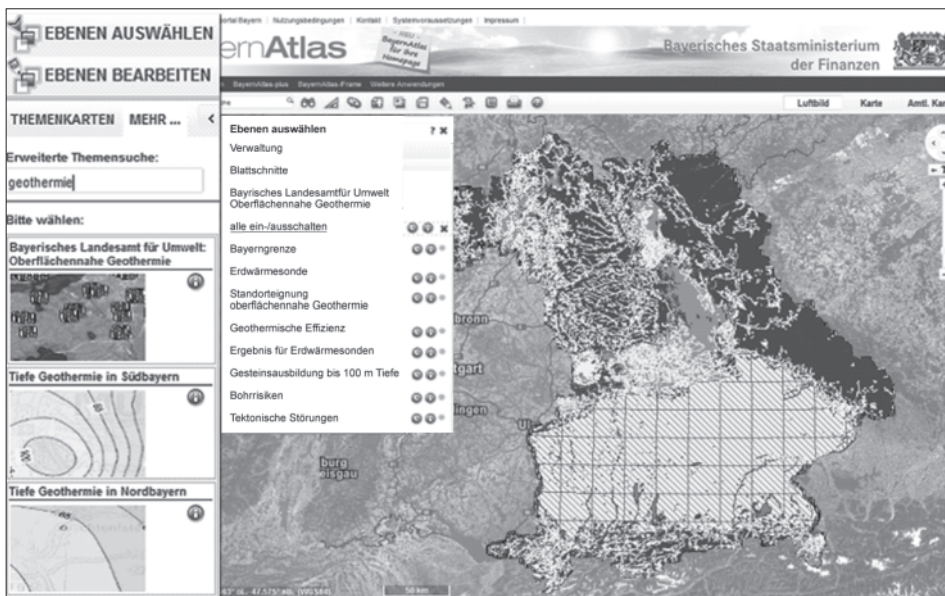


Abb. 6: Suche nach Geothermie im Expertenmodus des BayernAtlas (Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung)

Im Geoportal Bayern (www.geoportal.bayern.de) sind unter dem Menüpunkt Dienste alle in Bayern verfügbaren Geodatendienste aufgelistet. Die Detailinformationen zu den Diensten enthalten einen Link, mit dem die Geofachdaten im BayernAtlas geladen und angezeigt werden können.

3 Der Energie-Atlas Bayern als Fachauskunftssystem erneuerbarer Energien

Der Energie-Atlas Bayern ist das Ergebnis eines Gemeinschaftsprojekts zwischen der Bayerischen Vermessungsverwaltung (technische Umsetzung) und der Bayerischen Umweltverwaltung (fachliche Umsetzung) und steht seit Mai 2011 der Öffentlichkeit zur Verfügung. Er dient der transparenten Umsetzung und Darstellung des Bayerischen Klimaschutzprogramms, das verschiedene Energie- und Klimaschutzziele, wie z. B. Aufbau erneuerbarer Energien, Reduktion energiebedingter CO₂-Emissionen und Steigerung der Energieproduktivität, beinhaltet.²

Der Energie-Atlas Bayern ist ein Werkzeug, das Bürgern, Wirtschaft und Verwaltung die Themen der erneuerbaren Energien auf einfache Art und nutzergerecht aufbereitet präsentiert. Er enthält ausführliche Informationen zu bestehenden Anlagen erneuerbarer Energien, sortiert nach dem jeweiligen Anlagentyp (z. B. Solarenergie, Windenergie, Geothermie) sowie die Möglichkeit, Veränderungsmeldungen mitzuteilen oder neue Anlagen zu melden.

4 Fazit

Die Visualisierung von Fachthemen über im Internet verfügbare Karten-Viewer ist ein wesentlicher Bestandteil von Geodateninfrastrukturen. Die modernen technischen Möglichkeiten und die zunehmende Anzahl an bereitgestellten Fachdaten über standardisierte Darstellungsdienste (WMS) erlauben es, bestimmte Situationen anhand von Karten schnell zu beurteilen und bewerten zu können. „Eine gut gestaltete Karte kann komplexe Sachverhalte leicht verständlich visualisieren und sagt mehr als 1 000 Worte.“ (Fröhlich 2013)

Karten-Viewer wie der BayernAtlas und der Energie-Atlas Bayern spielen eine wichtige Rolle, um im Rahmen von eGovernment-Initiativen staatliches Verwaltungshandeln für Bürger und Unternehmen transparent und anschaulich zu präsentieren. Die Akzeptanz dieser Viewer spiegelt sich auch in den Zugriffszahlen (ca. ½ Mio. Aufrufe pro Monat) wider. Sie werden daher laufend unter Berücksichtigung neuer Technologien und Strategien weiterentwickelt.

² Die Bayerischen Energie- und Klimaschutzziele können in den Veröffentlichungen (Klimaprogramm Bayern 2020) und im (Bayerischen Energiekonzept „Energie innovativ“) nachgelesen werden.

5 Literatur

- Bayerisches Landesamt für Vermessung und Geoinformation (Hrsg.) (2013): Geoportal Bayern.
www.geoportal.bayern.de (Zugriff: 05.07.2013).
- Bayerisches Staatsministerium der Finanzen (Hrsg.) (2013): BayernAtlas.
www.bayernatlas.de (Zugriff: 05.07.2013).
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2008): Klimaprogramm Bayern 2020.
www.bayern.de/Anlage2093555/Klimaprogramm%20Bayern%202020.pdf (Zugriff: 05.07.2013).
- Bayerische Staatsregierung (Hrsg.) (2011): Bayerisches Energiekonzept „Energie innovativ“.
www.energie-innovativ.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Publikationen/Bayerisches_Energiekonzept.pdf (Zugriff: 05.07.2013).
- Bayerische Staatsregierung (Hrsg.) (2013): Energie-Atlas Bayern.
www.energieatlas.bayern.de (Zugriff: 05.07.2013).
- Fröhlich, H. (2013): Der BayernAtlas. In: Mitteilungen des DVW-Bayern e. V., 65. Jahrgang, Ausgabe 1/2013, 45-54.

Erhebungs- und Analysetechniken

Vom Satellitenbild zu Stadtstrukturtypen: Wie Graphen die Flächennutzung charakterisieren

Irene Walde, Sören Hese, Christian Berger, Christiane Schmullius

Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschreibt eine Methode zur Klassifikation urbaner Landnutzung aus sehr hoch aufgelösten Satellitenbildern. Landbedeckungsobjekte, abgeleitet aus einer QuickBird-Szene und einem normalisierten Oberflächenmodell der Hansestadt Rostock, dienen der Untersuchung von topologischen Eigenschaften, die durch Nachbarschaftsgraphen modelliert werden. Es werden Graphen-Indikatoren zur Ableitung und Trennung der urbanen Strukturtypen verwendet. Der Einsatz eines Random Forest Klassifikators, basierend auf maschinellem Lernen, ermöglicht die Untersuchung der Bedeutung der Graphen-Indikatoren für das Klassifikationsergebnis. Der Einfluss verschiedener Einstellungsparameter, die Auswirkungen durch Reduktion der Trainingsdaten und Graphen-Indikatoren wird bezüglich der Klassifikationsgüte analysiert. Anschließend werden für einen unabhängigen Testdatensatz die Stadtstrukturtypen zugeordnet und das Ergebnis validiert. Eine Gesamtgenauigkeit von 87 % wurde erreicht. Dabei ist die Ableitung von städtischen Kleingartenanlagen zu 95 % genau. Durch eine hohe Variabilität innerhalb der urbanen Landnutzungsklasse Industrie- und Gewerbegebiet, konnte lediglich eine Genauigkeit von 66 % erreicht werden. Den größten Einfluss auf das Klassifikationsergebnis hat die Höhe des Gebäudes mit dem höchsten Knotengrad innerhalb eines urbanen Blocks.

1 Einführung

Vielfältige Landbedeckungsklassen (z. B. Gebäude, Straßen, Grünflächen) charakterisieren den urbanen Raum (Herold et al. 2002). Anhand ihrer Komposition sind urbane Strukturen mit homogenen räumlichen, topologischen oder morphologischen Eigenschaften erkennbar (Banzhaf, Höfer 2008). Urbane Strukturtypen haben unterschiedliche Anforderungen an die Stadtplanung, z. B. Müllentsorgung, Verkehrsaufkommen, Wasser- und Energieversorgung (Pauleit, Duhme 2000). Die fortwährende Urbanisierung erfordert eine nachhaltige Planung und Entwicklung urbaner Räume auf nationalem (Bock et al. 2001), europäischem (European Commission and Directorate – General for Regional Policy 2009) und globalem Level (UN Habitat 2008). Fernerkundung kann dabei als Basis-Layer das Kartieren, Überwachen und Modellieren urbaner Bereiche unterstützen (Blaschke et al. 2011). Im Rahmen dieses Beitrages wird ein Graphen-basierter Ansatz zur Extraktion urbaner Strukturtypen aus Landbedeckungsobjekten, die aus einem sehr hoch aufgelösten Satellitenbild und einem LiDAR-basiertem normalisiertem Objekthöhenmodell abgeleitet wurden, vorgestellt.

2 Datenbeschreibung

Vom Untersuchungsgebiet Rostock liegen eine wolkenfreie, sehr hoch aufgelöste Quickbird-Satellitenbildszene (September 2009, 0,6 m pangeschärfte Bodenpixelauflösung) und ein normalisiertes LiDAR-Objekthöhenmodell (Oktober 2006, 2 m Bodenpixelauflösung) vor. Eine objektbasierte Segmentierung und Klassifikation der Rohdaten ergab die folgenden sechs Landbedeckungsklassen und deren Nutzer-/Produzentengenauigkeit (Congalton 1991) in Prozent: Gebäude (90/90), Boden (96/86), Grasland (84/89), versiegelte Fläche (82/89), Baum (96/98) und Wasser (100/96). Eine detaillierte Beschreibung der Landbedeckungsklassifikation ist in Berger et al. (2013) nachzulesen. Zur Abgrenzung der urbanen Strukturen wurden die Baublockgrenzen aus dem ATKIS Basis-DLM verwendet. Ein Referenzdatensatz der urbanen Strukturen wurde unter Verwendung der DLM Nutzungsinformation semi-automatisch erzeugt. Dabei konnten die Industriegebiete und Gartenanlagen direkt übernommen werden, während die Zuweisung von Einfamilienhaus Wohngebiet, Blockbebauung und Stadtzentrum manuell erfolgte.

3 Methodik

Die angewandte Methode ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Für die Landbedeckungspolygone werden die Zentroide (Knoten des Graphen) und deren Nachbarschaft (Kanten des Graphen) berechnet. Die DLM-Baublöcke begrenzen die Graphen. Mithilfe eines Random Forest Modells werden Graphen-Indikatoren ausgewertet und die Stadtstrukturtypen abgeleitet. Eine Validierung der Ergebnisse gibt Aufschluss über die erreichte Genauigkeit.

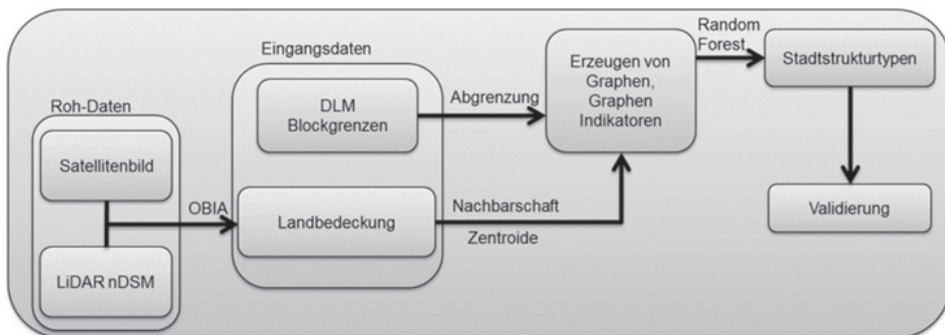


Abb. 1: Arbeitsschritte (Quelle: eigene Bearbeitung)

3.1 Urbane Strukturtypen

Die fünf definierten Stadtstrukturtypen sind in Abbildung 2 dargestellt. Das Stadtzentrum ist gekennzeichnet durch unmittelbar angrenzende mehrstöckige Häuser

in direkter Straßennachbarschaft mit versiegelten oder begrünten Innenhöfen. Die Blockbebauung wird durch drei- und mehrstöckige, rechteckige Gebäude in meist regelmäßiger Anordnung charakterisiert. Freistehende ein- bis zweistöckige Gebäude mit gleichmäßiger bis zu individueller Form und einem hohen Grünflächenanteil beschreiben ein Einfamilienhaus-Wohngebiet. In Gartenanlagen stehen Gartenhäuser mit geringer Höhe und Fläche in meist kompakter Form und sind umgeben von Grünflächen. Industriegebiete bestehen aus großflächigen einfachen Gebäuden mit benachbarten versiegelten Flächen (Parkplätze) und wenig Grünflächenanteilen. Eine detaillierte Beschreibung ist in Walde et al. (2013) nachzulesen.



Abb. 2: Quickbird-Ausschnitte der urbanen Strukturtypen (Quelle: ©DigitalGlobe, Inc., 2011)

3.2 Polygon Nachbarschaft und Graphen

Die direkten Nachbarschaften aller Landbedeckungspolygone wurden pro Baublock berechnet. Dabei sind auch Polygone mit nur einem gemeinsamen Eckpunkt benachbart. Besteht eine Nachbarschaft werden die Zentroide der Polygone (Knoten des Graphen) mit einer Kante verbunden und ein Graph entsteht. In Abbildung 3 sind zwei Graphen-Beispiele jeweils mit und ohne geographische Referenz abgebildet.

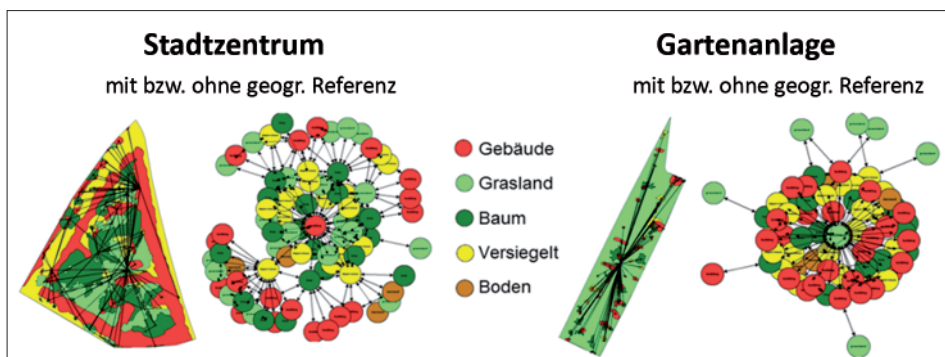


Abb. 3: Graphen aus Landbedeckungsklassen mit und ohne geographische Referenz (Quelle: eigene Bearbeitung)

3.3 Graphen-Indikatoren

Insgesamt wurden 22 Graphen-Indikatoren, gruppiert nach vier Kategorien, berechnet. Drei Zentralitätsmaße wurden verwendet, um die dominante Landbedeckungsklasse im Graph zu bestimmen. Dafür wurde zum einen für jeden Graphen die Landbedeckungsklasse mit dem höchsten Knotengrad (Knoten mit der höchsten Kantenanzahl) ermittelt (Borgatti, Halgin 2011). Zum anderen wurde die Landbedeckung mit der höchsten „Betweenness“-Zentralität, die durch die Anzahl der kürzesten Wege eines Graphen durch einen bestimmten Knoten definiert ist, festgestellt (Borgatti, Halgin 2011). Als drittes Zentralitätsmaß wurde der mittlere Knotengrad von Gebäuden berechnet. Die zweite Kategorie sind die Adjazenz-Event-Maße, die 13 Graphen-Indikatoren enthält. Sie berücksichtigen die Häufigkeit und räumliche Anordnung der Landbedeckungsklassen (Barnsley, Barr 1996). Eine Adjazenz-Event-Matrix speichert dabei die Anzahl der Kanten aller Landbedeckungskombinationen. Ausgehend von dieser Matrix wurden die folgenden Indikatoren je Graph abgeleitet: normalisierte Kantenanzahl zu versiegelter Fläche (respektive Baum und Gras), normalisierte Kantenanzahl von Gebäuden zu versiegelter Fläche (respektive Baum und Gras), Landbedeckungsdiversität um Gebäude, Prozent der Gebäude mit mindestens einer Kante zu versiegelter Fläche (respektive Baum und Gras), Prozent der Gebäude die von versiegelter Fläche (respektive Baum und Gras) umschlossen sind. Vier zusätzliche Graphenmaße, bezogen auf das Gebäude eines Graphen mit dem höchsten Knotengrad, wurden ermittelt. Dazu gehören die folgenden Gebäudeeigenschaften: Gebäudehöhe, Gebäudefläche, Gebäudevolumen und Gebäudeform (Shape Index). Abschließend wurden zwei Konnektivitätsmaße berechnet, die nicht auf Basis der Nachbarschaftsgraphen, sondern auf Basis von Distanzgraphen der Gebäude erzeugt wurden. Dabei handelt es sich um den Beta-Index (Rodrigue et al. 2009), der das Verhältnis von Kanten zu Knoten in einem Graph beschreibt. Die detaillierte Vorgehensweise zur Erzeugung der Graphen und Berechnung der Konnektivitätsmaße ist in Walde et al. (2013) nachzulesen.

3.4 Random Forest

Durch die vielfältigen Graphen-Indikatoren wurde ein maschinell lernender Klassifikator angewandt, um die urbanen Strukturen zu bestimmen. Die nicht-parametrische Methode Random Forest (Breiman 2001) wurde bereits erfolgreich für Fernerkundungsfragestellungen eingesetzt (Hüttich et al. 2011; Loosvelt et al. 2012). Es wird ein Ensemble von Entscheidungsbäumen generiert, wobei jeweils ein unterschiedlicher Auszug aus den Trainingsdaten genutzt wird, um die einzelnen Bäume zu erzeugen. Ein Drittel der Trainingsdaten für jeden Baum wird für die Validierung des Baumes verwendet. Die Klassenzuweisung basiert auf der Mehrheit der Stimmenvorhersagen der Bäume. Da die berechneten Variablen (Graphen-Indikatoren) aus kategorischen und numerischen Variablen bestehen und einige Variablen miteinander korrelieren, wurde der von Hothorn et al. (2006) entwickelte Ansatz cforest (party package) innerhalb der freien Software R verwendet.

4 Ergebnisse

Die Methode wurde auf 1 588 Baublöcke in Rostock angewandt, die halb-automatisch in die fünf definierten urbanen Strukturtypen vorklassifiziert wurden. Basierend auf der Klasse mit dem geringstem Vorkommen (Stadtzentrum: 123 Baublöcke) wurden 60 Trainingsgebiete pro Stadtstrukturtyp zufällig gewählt. Mit einer Gesamtzahl von 300 Trainingsgebieten wurde das Random Forest Model erzeugt, während die übrigen 1 288 Baublöcke als unabhängige Testdatensätze verwendet wurden. Eine Anzahl von 500 Bäumen erwies sich als stabil bezüglich der Klassifikationsgenauigkeit der Testdatensätze. Im nächsten Schritt wurde die Variablen-Wichtigkeit untersucht, die in Abbildung 4 als Ranking visualisiert ist. Die Klassifikationsgenauigkeit wurde maßgeblich durch die Höhe des Gebäudes mit dem höchsten Knotengrad bestimmt, gefolgt von der normalisierten Kantenanzahl zu Grasflächen. Die Graphen-Indikatoren, die die Prozentzahl an Gebäuden wiedergeben, die von einer anderen Landbedeckungsklasse umschlossen sind, hatten den geringsten Einfluss auf die Klassifikationsgüte.

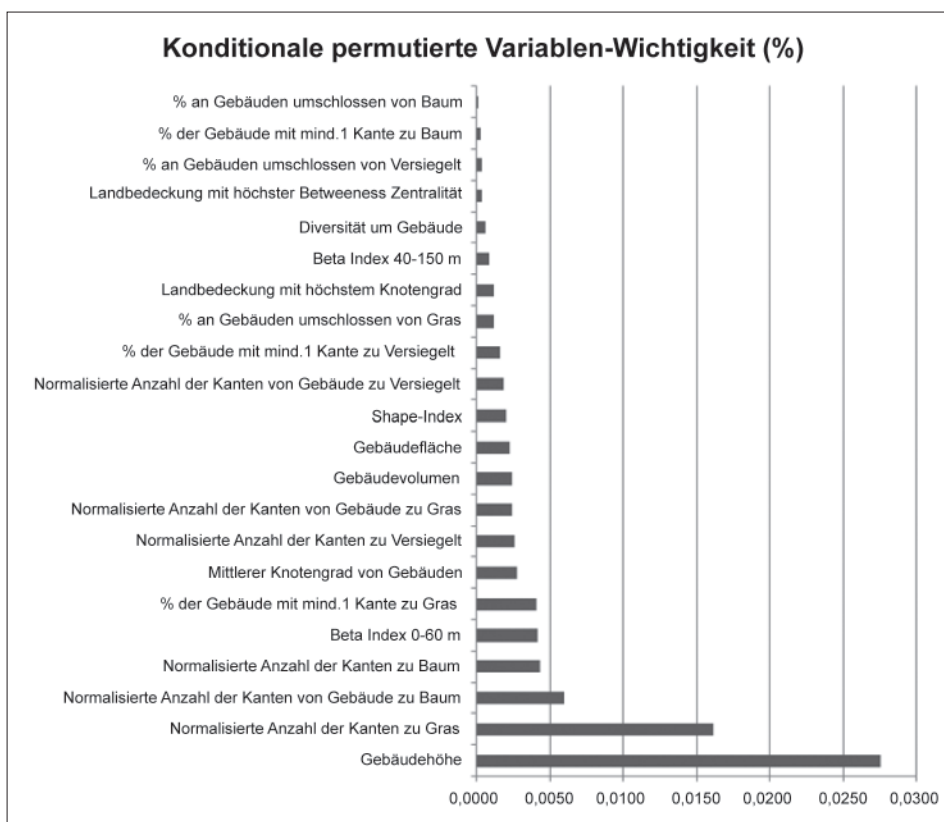


Abb. 4: Konditionale permutierte Variablen-Wichtigkeit (Quelle: eigene Bearbeitung)

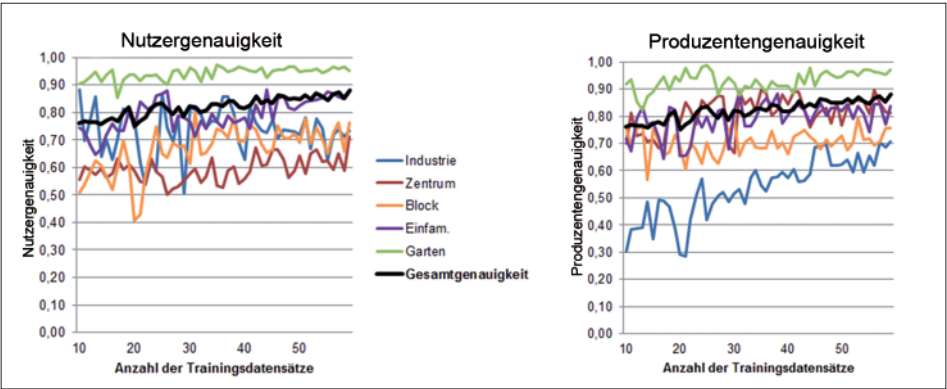


Abb. 5: Auswirkung der Reduktion der Trainingsgebiete auf Nutzer- und Produzentengenaugkeit (Quelle: eigene Bearbeitung)

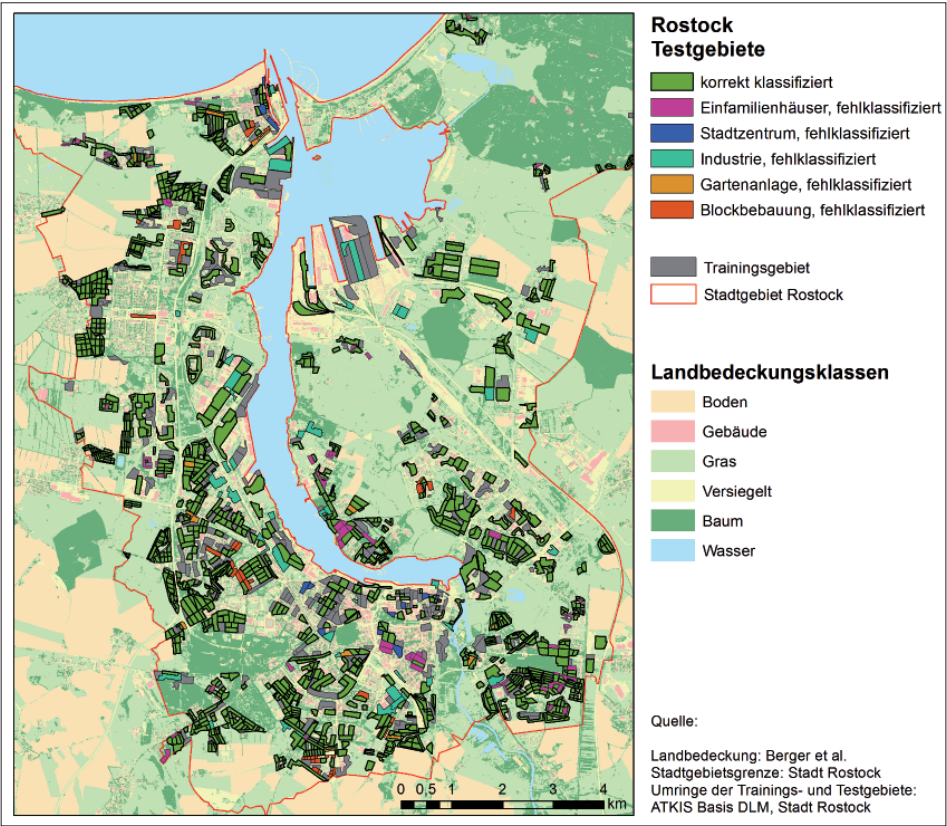


Abb. 6: Vergleich korrekt und falsch klassifizierter Testdaten

Anschließend wurde der Einfluss der Reduktion der Trainingsdatensätze auf die Nutzer- und Produzentengenauigkeit der Testdatensätze untersucht (Abb. 5). Dafür wurden die Trainingsdaten schrittweise um eins reduziert bis eine Anzahl von zehn Trainingsgebieten pro Stadtstrukturtyp erreicht wurde. Wie erwartet, nimmt die Klassifikationsgenauigkeit mit abnehmender Anzahl an Trainingsgebieten ab. Eine zufriedenstellende und stabile Gesamtgenauigkeit von 80 % wurde ab ca. 35 Trainingsdatensätzen pro Stadtstrukturtyp erreicht. Abbildung 5 zeigt nicht nur die Robustheit bezüglich der Trainingsdatenreduktion, sondern auch die Intra-Klassen Variabilität. Je größer die Amplitude, umso größer ist die Intra-Klassen Variabilität.

Erkennbar ist die relativ stabile Kurve der Gartenanlagen im Vergleich zu den anderen Klassen. Das bedeutet, dass Gartenanlagen in Rostock sehr homogen ausgeprägt sind, während z. B. Block- oder Industriegebiete sehr heterogen in ihrer Landbedeckungszusammensetzung sind. Für die finale Klassifikation wurden die 17 besten Graphen-Indikatoren und 60 Trainingsdatensätze pro Klasse verwendet. Eine Gesamtgenauigkeit von 87 % wurde erreicht, wobei 1 118 Baublöcke korrekt und 170 falsch klassifiziert wurden (Abb. 6). Folgende Nutzer- und Produzentengenauigkeiten konnten erreicht werden: Industriegebiete (66 %/71 %), Stadtzentrum (81 %/64 %), Blockbebauung (73 %/73 %), Einfamilienhaus Wohngebiete (81 %/87 %) und Gartenanlagen (97 %/95 %).

5 Fazit

Aus sechs Landbedeckungsklassen wurden Nachbarschaftsgraphen generiert, die durch Baublockgrenzen voneinander abgetrennt wurden. Fünf Stadtstrukturtypen wurden mithilfe von 17 Graphen-Indikatoren und einer überwachten Random Forest Klassifikation abgeleitet. Eine Gesamtgenauigkeit von 87 % konnte erreicht werden. Die Höhe des Gebäudes mit dem höchsten Knotengrad stellte sich als einflussreichste Variable heraus, neben der Gruppe der Adjazenz-Event-Maße. Eine hohe Intra-Klassen-Variabilität wurde bei Industrie und Blockbebauung festgestellt, während Gartenanlagen sehr homogen ausgeprägt sind. Eine Verbesserung des Ansatzes kann durch eine Reduzierung der Intra-Klassen-Variabilität erreicht werden, indem eine Einteilung in entsprechende Unterklassen vorgenommen wird. Auch für den praktikablen Einsatz müssen die vorhandenen Strukturtypen in homogenere unterteilt werden, um eine ausreichende Genauigkeit bei gleichzeitiger Reduktion der Trainingsdaten beizubehalten. Durch die detailliertere Anpassung der Klassen an das Untersuchungsgebiet nimmt die Robustheit des Ansatzes bezüglich der Übertragbarkeit auf andere Städte ab. Ein Übertragbarkeitstest auf andere Städte mit ähnlichen Stadtstrukturtypen ist geplant und setzt eine Landbedeckungsklassifikation mit vergleichbarer Genauigkeit voraus. Der Vergleich der Variablen-Wichtigkeit mehrerer Städte gibt Aufschluss über die Relevanz der Graphen-Indikatoren. Eine Untersuchung, ob das für Rostock erzeugte Random

Forest Model direkt für ein anderes Untersuchungsgebiet verwendet werden kann (unüberwacht) oder ob neue Trainingsdaten aus dem jeweiligen Untersuchungsgebiet für eine Neuberechnung des Random Forest Models benötigt werden (überwacht), ist vorgesehen. Darüber hinaus soll eine Methode zur automatischen Partitionierung der Graphen in die urbanen Strukturtypen entwickelt werden, um unabhängig von Baublockgrenzen eine Ableitung der Stadtstrukturtypen zu gewährleisten.

6 Literatur

- Banzhaf, E.; Höfer, R. (2008): Monitoring Urban Structure Types as Spatial Indicators With CIR Aerial Photographs for a More Effective Urban Environmental Management. *IEEE Journal of selected topics in Applied Earth Observations & Remote Sensing*, 1(2)/2008, 129-138.
- Barnsley, M. J.; Barr, S. L. (1996): Inferring Urban Land Use from Satellite Sensor Images Using Kernel-Based Spatial Reclassification. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 62(8)/1996, 949-958.
- Berger, C. et al. (2013): Robust Extraction of Urban Land Cover Information from HSR Multi-Spectral and LiDAR Data. *IEEE Journal of selected topics in Applied Earth Observations & Remote Sensing*, 6(6)/2013, 1-16.
- Blaschke, T. et al. (2011): Collective Sensing: Integrating Geospatial Technologies to Understand Urban Systems – An Overview. *Remote Sensing*, 3(8)/2011, 1743-1776.
- Bock, S.; Hinzen, A.; Libbe, J. (Hrsg.) (2011): Nachhaltiges Flächenmanagement – Ein Handbuch für die Praxis: Ergebnisse aus der REFINA-Forschung. Berlin: Spree Druck Berlin GmbH.
- Borgatti, S. P.; Halgin, D. S. (2011), (2011c): Analyzing Affiliation Networks. In: Scott, J.; Carrington, P. J. (Hrsg.): *The SAGE handbook of social network analysis*. SAGE.
- Breiman, L. (2001): Random Forests. *Machine Learning*, 45(1)/2001, 5-32.
- Congalton, R. G. (1991): A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, 37(1)/1991, 35-46.
- European Commission and Directorate-General for Regional Policy (Hrsg.) (2009): Promoting sustainable urban development in Europe: Achievements and Opportunities. Belgium: European Communities.
- Herold, M.; Scepan, J.; Clarke, K. C. (2002): The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and Planning*, 34/2002, 1443-1458.
- Hothorn, T.; Hornik, K.; Zeileis, A. (2006): Unbiased Recursive Partitioning: A Conditional Inference Framework. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 15(3)/2006, 651-674. (R-Paket: party package).
- Hüttich, C. et al. (2011): Assessing effects of temporal compositing and varying observation periods for large-area land-cover mapping in semi-arid ecosystems: Implications for global monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 115(10)/2011, 2445-2459.

- Loosvelt, L. et al. (2012): Impact of Reducing Polarimetric SAR Input on the Uncertainty of Crop Classifications Based on the Random Forests Algorithm. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 50(10)/2010, 4185-4200.
- Pauleit, S.; Duhme, F. (2000): Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 52(1)/2000, 1-20.
- Rodrigue, J.-P. (2009): The geography of transport systems.
www.people.hofstra.edu/geotrans (Zugriff: 13.06.2013).
- UN Habitat (Hrsg.) (2008): *State of the Worlds Cities 2010/2011: Bridging the urban divide*. London: Earthscan.
- Walde, I. et al. (2013): Graph based Mapping of Urban Structure Types from High Resolution Satellite Image Objects – A case study of the German cities Rostock and Erfurt. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 10(4)/2013, 932-936.

Zur Erzeugung hochauflösender datenschutzkonformer Mischrasterkarten

Markus Dießelmann, Gotthard Meinel

Zusammenfassung

Die zunehmende Verfügbarkeit adressbezogener Daten im Zusammenhang mit der Nutzung geometrischer Raster zur Raumuntergliederung haben die Voraussetzungen für kleinräumige Analysen deutlich verbessert. Bei der Verwendung personenbezogener Daten müssen datenschutzrechtliche Vorgaben eingehalten werden, falls die Rasterzellen zu wenig Fallzahlen enthalten. Vielfach werden diese Rasterzellen ausgeblendet, wodurch Informationen in der Karte verloren gehen.

Eine datenschutzkonforme Alternative stellt die Aggregation von Rasterzellen dar, bis die Fallzahlen einen vorgegebenen Grenzwert überschreiten. In diesem Beitrag werden Möglichkeiten vorgestellt und bewertet, nach denen sich datenschutzkonforme Mischrasterkarten erzeugen lassen. Besonderes Augenmerk wird auf die Auflösungsverluste der erzeugten Mischrasterkarten gelegt, um geeignete Datengrundlagen für kleinräumige Analysen zu schaffen.

1 Einführung

Hinsichtlich Darstellung und Analyse raumbezogener Daten eignen sich Raumgliederungen, die auf administrativen Gebietseinheiten basieren, nur bedingt (Szibalski 2006). Zwar sind sie aufgrund der Gebietsgröße bei der Nutzung personenbezogener Daten datenschutzrechtlich in der Regel unbedenklich, jedoch lassen sie keine kleinräumigen Analysen zu. Besonders in mittleren und größeren Maßstabsbereichen wie bspw. in der Stadt- und Regionalplanung, aber auch in privatwirtschaftlichen Anwendungen (Geomarketing usw.) sind kleinräumige Auswertungen von zunehmender Bedeutung.

Kleinräumige Auswertungen setzen entsprechend hochaufgelöste Daten voraus. In der Regel sind dies adressbezogene Daten, die von Meldebehörden (Einwohnermeldeamt, Bundesagentur für Arbeit) erhoben und fortgeschrieben werden. Andererseits haben in den letzten Jahren auch privatwirtschaftliche Unternehmen eine Vielzahl u. a. auch soziodemographischer Daten in hoher Auflösung erhoben. Besonders im Rahmen des Geomarketing geschieht dies mit einer Vielzahl von Individualdaten mit Standortbezug (Dickmann, Sohst 2008). Um diese Daten möglichst kleinräumig abzubilden, sind Alternativen zu administrativen Raumgliederungen nötig. Hierbei sind insbesondere datenschutzrechtliche Vorgaben einzuhalten.

2 Geometrische Raster zur Raumuntergliederung

Auf die Nachteile von administrativen Raumuntergliederungen in der Kartographie wurde bereits frühzeitig hingewiesen. So stellten Witt (1970) und Arnberger (1977) fest, dass räumliche Verteilungen und damit regionalstatistische Unterschiede innerhalb administrativer Gebietseinheiten nicht erkennbar sind und Vergleiche aufgrund der unterschiedlichen Flächenausdehnung nur bedingt möglich sind.

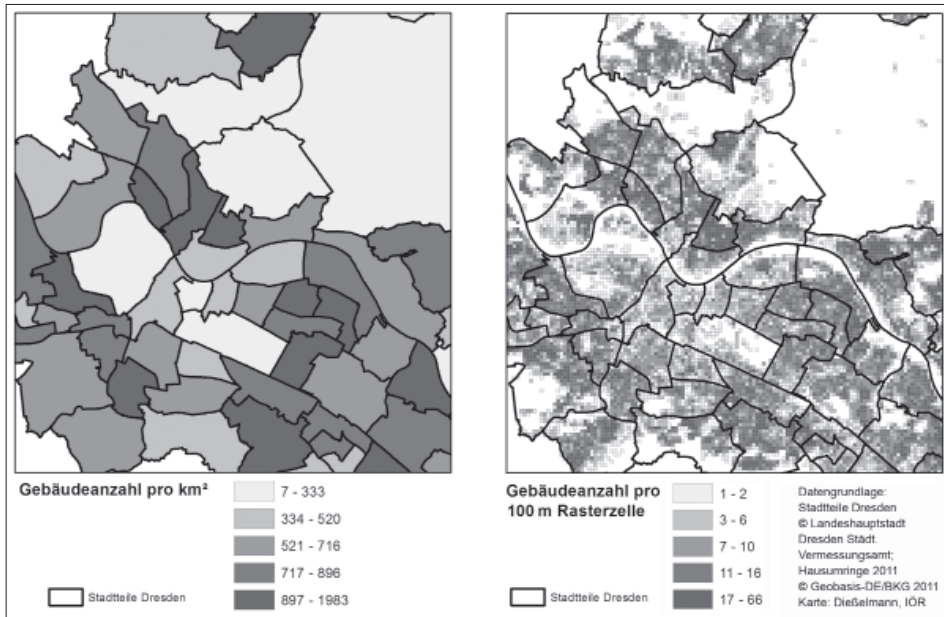


Abb. 1: Vergleich verschiedener Raumgliederungen und der Verteilung des abgebildeten Merkmales. Links: Gebäudedichte pro Stadtteil. Rechts: Gebäudeanzahl pro 100-m-Rasterzelle (Quelle: eigene Darstellung)

Besonders Karten, die Ergebnisse auf Basis administrativer Gebietseinheiten mit einer starken Inhomogenität der Verteilung des zu untersuchenden Merkmales darstellen, können zu Interpretationsfehlern führen, da eine gleichmäßige Verteilung suggeriert wird, die häufig nicht vorhanden ist (Dickmann, Sohst 2008) (s. Abb. 1).

Da die Grenzen administrativer Gebietseinheiten nach anderen Kriterien und nicht nach dem Gesichtspunkt des zu untersuchenden statistischen Sachverhaltes festgelegt wurden (Arnberger 1977; Wonka 2010), wird eine Raumgliederung gesucht, die neutral ist und für viele Zwecke genutzt werden kann. Diese Anforderungen sind mit geometrischen Rastern umsetzbar (Arnberger 1977; Witt 1970). Aufgrund der dem Maßstab anpassbaren Rasterzellengröße lassen sich auch kleinräumige Darstellungen und Analysen umsetzen. Adressbezogene- und andere Daten lassen sich so auf die Rasterzellen des geometrischen Rasters aggregieren, speichern und abbilden. Ist die Lage des Rasters ortsfest und die Rasterzellgröße genau definiert, wie bspw. bei dem

von der europäischen Richtlinie INSPIRE definierten Rastern, sind zeitliche und räumliche Vergleiche möglich. Enthält die Rasterkarte verschieden große Rasterzellen, z. B. durch die Aggregation von Rasterzellen, spricht man von Mischrasterkarten (Meyer 2008).

3 Datenschutzerfordernisse

Handelt es sich bei den abzubildenden Daten um personenbezogene, ist § 3 Abs. 1 des Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) zu berücksichtigen. Personenbezogene Daten werden danach als „Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse einer bestimmten oder bestimmbarer natürlichen Person (Betroffener)“ definiert. Ein Personenbezug lässt sich aber nach § 3 Abs. 6 BDSG ausschließen, wenn die Daten anonymisiert werden. Anonymisieren ist „...das Verändern personenbezogener Daten derart, dass die Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse nicht mehr oder nur mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand an Zeit, Kosten und Arbeitskraft einer bestimmten oder bestimmbarer natürlichen Person zugeordnet werden können“. Die datenverarbeitende Stelle darf nicht in der Lage sein, die Daten zu reidentifizieren.

Wenn Daten beispielsweise in einem geometrischen Raster auf Rasterzellen aggregiert wurden stellt sich die Frage, wann eine Aggregation im Rahmen der Anonymisierung nach § 3 Abs. 6 BDSG ausreichend ist. Dafür existieren verschiedene Empfehlungen wie bspw. im 3. Geo-Fortschrittsbericht der Bundesregierung (2012), vom RatSWD (2012) oder in einer Studie des ULD aus dem Jahr 2008. Demnach werden als Grenzwerte drei bis vier Fallzahlen für Personen, Haushalte oder Grundstücke vorgeschlagen. An diesen Empfehlungen orientiert sich auch der Grenzwert, der in diesem Beitrag Berücksichtigung findet.

4 Aggregationsmethoden zur Erzeugung von Mischrasterkarten

Die Aggregation von unterbesetzten Rasterzellen sollte nach dem Kriterium „so detailliert wie möglich, so stark aggregiert wie (datenschutzrechtlich) nötig“ geschehen (Strobl 2005), da eine zu starke Aggregation keine kleinräumigen Analysen mehr zulässt. Die Aggregationsansätze sollen darüber hinaus sowohl für dicht als auch für weniger dicht besiedelte Gebiete anwendbar sein. Die in der Praxis häufig angewandte Ausblendung unterbesetzter Rasterzellen ist problematisch, da diese mit einem Informationsverlust verbunden ist und die Summe der Fallzahlen in der Mischrasterkarte nicht der Summe der Ausgangsrasterkarte entspricht. Nachfolgende Verarbeitungsprozesse können dadurch zu Fehlern bzw. Ungenauigkeiten führen.

Beispielhaft wird als Ausgangsrasterkarte Dresden und sein Umland mit 256 x 256 Rasterzellen (Zellgröße: 250 m x 250 m) gewählt. Aufgrund fehlender Einwohnerdaten

werden die Aggregationsmethoden in diesem Beitrag mithilfe von Gebäudedaten vorgestellt, obwohl diese eigentlich datenschutzrechtlich – ohne eine zusätzliche Attributierung wie z. B. Immobilienwert oder Energieverbrauch – unbedenklich sind. Der Grenzwert entspricht der statistischen Mindestfallzahl, die erreicht werden muss. Diese wurde hier auf > 3 Gebäude pro Rasterzelle festgelegt. Die im Folgenden beschriebenen Berechnungen werden alle im Vektormodell durchgeführt, da es gegenüber dem Rastermodell ein flexibleres Arbeiten bei der Erzeugung der Mischrasterkarten ermöglicht.

4.1 Quadtree basierte Aggregation

Strobl (2005) stellt einen Ansatz zur Erzeugung von Mischrasterkarten vor, der das Prinzip der hierarchischen Datenstrukturen von Quadtrees aufgreift. Mittels der Quadtrees lässt sich der Raum geometrisch rekursiv unterteilen. Der Ansatz orientiert sich an dem Region-Quadtree, welcher den Raum nach dem top-down-Prinzip in vier gleich große Quadranten unterteilt (Samet 1988). Allerdings wird bei der Quadtree-Aggregation nach dem bottom-up-Ansatz vorgegangen. Dies bedeutet, dass die Rasterzellen nicht weiter unterteilt, sondern iterativ in Gruppen von vier mit der Form eines Quadrates

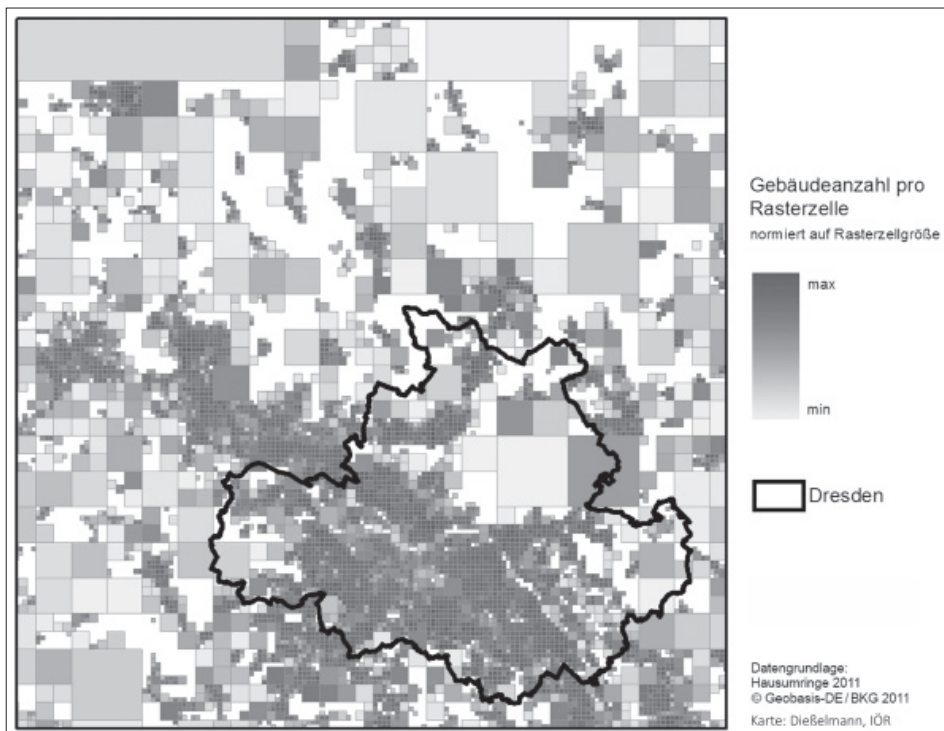


Abb. 2: Ausschnitt der Quadtree-Mischrasterkarte für das Umland von Dresden. Rasterzellen ohne Gebäude wurden ausgeblendet (Quelle: eigene Darstellung)

zusammengefasst werden, solange sie den Grenzwert unterschreiten. Damit wird eine hierarchische Rasterstruktur aufgebaut. Eine umfassende Anwendung der Quadtree-Aggregation zur Visualisierung des Gebäudebestandes findet sich u. a. in Behnisch et al. (2013).

Abbildung 2 zeigt beispielhaft die nach dem Quadtree-Prinzip erzeugte Mischrasterkarte der Gebäudeanzahl. In dicht bebauten Gebieten sind keine oder nur wenige Aggregationen notwendig, um den Grenzwert zu überschreiten, wie die hohe geometrische Auflösung im Zentrum Dresdens zeigt. So sind kleinräumige Analysen in diesen baulich hochverdichteten Bereichen weiterhin möglich. Allerdings sind in den weniger dicht besiedelten Gebieten auch sehr große Rasterzellen gebildet worden. Damit wird der Ortsbezug unscharf und kleinräumige Analysen nur bedingt durchführbar. Tabelle 1 zeigt die im Mittel starke Aggregation an Hand verschiedener Kennzahlen. Die Anzahl an Rasterzellen hat sich gegenüber der ursprünglichen Rasterkarte um über die Hälfte reduziert, die mittlere Gebäudeanzahl pro Rasterzelle mehr als verdoppelt und die Rasterzellengröße im Mittel um nahezu 20 % erhöht. Je höher der Grenzwert ist, umso mehr verstärken sich diese Effekte. Der Quadtree-Ansatz führt also zu einer lokalen Überaggregation in weniger dicht besiedelten Gebieten.

Tab. 1: Maßzahlen zur Bewertung der Quadtree-Mischrasterkarte in Abhängigkeit vom Grenzwert. Der Verhältniswert entspricht dem Quotienten aus den Werten der Mischrasterkarte und der Rasterkarte (Quelle: eigene Bearbeitung)

	Rasterkarte	Dresden Grenzwert > 3		Dresden Grenzwert > 15	
		Mischrasterkarte	Verhältniswert	Mischrasterkarte	Verhältniswert
Anzahl Rasterzellen	65536	27751	0,42	10597	0,16
Durchschnittliche Gebäudeanzahl pro Rasterzelle	7,04	16,62	2,36	43,51	6,18
Kantenlänge der Rasterzellen in m (Mittelwert)	250	294,40	1,18	393,98	1,58

4.2 Formflexible Aggregation

Die lokale Überaggregation des Quadtree-Ansatzes entsteht durch das zwingende Zusammenfassen von vier benachbarten Rasterzellen, solange der Grenzwert nicht erreicht wird. Um nun eine Überaggregation verbunden mit Auflösungsverlusten zu vermeiden, wurde ein Ansatz entwickelt, der die Anzahl zu aggregierender Rasterzellen für das Erreichen des Grenzwertes reduziert. Aufgrund der sich ergebenden flexiblen Aggregationsformen, wird der Ansatz im Folgenden Formflexibler Ansatz genannt.

Ausgehend von unterbesetzten Rasterzellen wird zuerst iterativ in einer 4er- und danach in einer 8er-Nachbarschaft nach Rasterzellen gesucht, mit deren Aggregation der Grenzwert überschritten wird. Finden sich in der angrenzenden Nachbarschaft keine Rasterzellen, mit denen der Grenzwert überschritten werden kann, wird unter Zuhilfenahme einer Brückenzelle nach weiter entfernten, besetzten Rasterzellen für die Aggregation gesucht. Rasterzellen, die dann noch immer unterbesetzt sind, besitzen in der vorgegebenen Nachbarschaft keine passenden Aggregationspartner (Abb. 3a) und der Suchradius wird weiter ausgedehnt.

Dies wird mit der Berechnung eines „Relative Neighborhood Graphs“ (Abb. 3b), dessen Knoten die unterbesetzten Rasterzellen sind und der Bildung von Clustern umgesetzt. Die Kanten des Graphen werden hinsichtlich ihrer Lage und Länge ausgedünnt, bis die verbliebenen Kanten die Grundlagen der Cluster bilden (Abb. 3c). Auf dieser Grundlage werden die konvexen Hüllen berechnet (Abb. 3d), die mit dem Raster verschnitten werden, wodurch sich die Rasterzellen ergeben, die die Cluster und damit die finalen Aggregate ergeben. Diese Aggregate enthalten die Gebäudeanzahl aller in ihnen liegenden Rasterzellen. Wird der Grenzwert noch nicht überschritten, wird die nächstgelegene ausreichend besetzte Rasterzelle oder das nächstgelegene Aggregat mit in das Cluster einbezogen. Dies erfolgt auch mit unterbesetzten Einzelerasterzellen, die nicht in einen Cluster aufgenommen wurden.

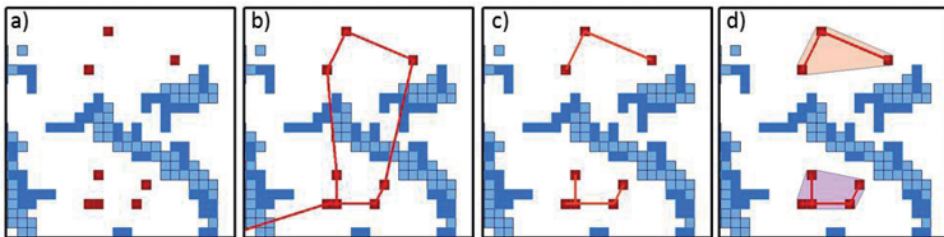


Abb. 3: Graphen-basierte Clusterbildung unterbesetzter Rasterzellen (rot). Aggregate, die im Rahmen der 4er und 8er Nachbarschaft gebildet wurden, sind dunkelblau abgebildet. Rasterzellen ohne Gebäude wurden ausgeblendet (Quelle: eigene Darstellung)

Abbildung 4 zeigt die berechnete Mischrasterkarte auf Basis des Formflexiblen Ansatzes. Im Vergleich zur Quadtree-Mischrasterkarte (s. Abb. 2) ist erkennbar, dass weniger große Aggregate gebildet wurden. Somit wird das Optimierungskriterium „so detailliert wie möglich, so stark aggregiert wie (datenschutzrechtlich) nötig“ besser umgesetzt. Dies zeigt sich auch an Hand der Maßzahlen (s. Tab. 2). Die Anzahl an Rasterzellen gegenüber der originären Rasterstruktur wurde nur um ca. 10 % verringert, gegenüber einer 60%igen beim Quadtree-Ansatz.

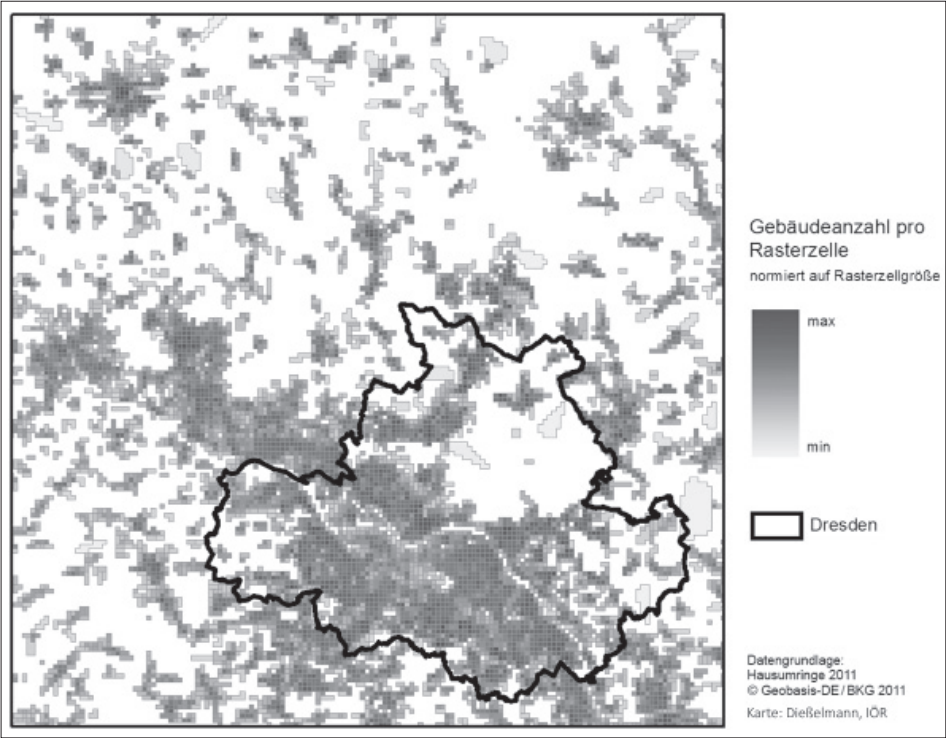


Abb. 4: Ausschnitt der Mischrasterkarte erzeugt nach dem Formflexiblen Ansatz für das Umland von Dresden. Rasterzellen ohne Gebäude wurden ausgeblendet (Quelle: eigene Darstellung)

In verdichteten Gebieten wurde der Grenzwert vielfach schon durch Aggregationen von 2 Nachbarzellen in der 4er Nachbarschaft überschritten. Auch in weniger verdichteten Gebieten konnte mit dem Formflexiblen Aggregationsansatz die Anzahl der aggregierten Rasterzellen verringert werden.

Tab. 2: Maßzahlen zur Bewertung der Aggregation des Formflexiblen Ansatzes im Vergleich zum Quadtree-Ansatz für den Grenzwert > 3. Der Verhältniswert entspricht dem Quotienten aus den Werten der Mischrasterkarte und der Rasterkarte (Quelle: eigene Bearbeitung)

		Quadtree Ansatz		Formflexibler Ansatz	
	Rasterkarte	Mischrasterkarte	Verhältniswert	Mischrasterkarte	Verhältniswert
Anzahl Rasterzellen	65536	27751	0,42	59441	0,91
Durchschnittliche Gebäudeanzahl pro Rasterzelle	7,04	16,62	2,36	7,76	1,10
Kantenlänge der Rasterzellen in m (Mittelwert)	250	294,40	1,18	260,59	1,04

5 Fazit

Das Potenzial punktbezogener bzw. kleinräumiger Geodaten lässt sich auf Basis administrativer Gebietseinheiten nicht differenziert genug nutzen. Verstärkt kommen deshalb geometrische Raster zur Raumgliederung zur Anwendung. Aufgrund des regelmäßigen Aufbaus bieten sie sich für effiziente Aufarbeitungsmöglichkeiten an. Im Rahmen dieses Beitrages konnte dies an Hand der Aggregation von Rasterzellen unter dem Kriterium des Datenschutzes zur Erstellung von Mischrasterkarten gezeigt werden. Damit kommt es zu keinem Ausschluss bzw. Verlust von Fallzahlen der Ausgangsrasterkarte in der Mischrasterkarte.

Die beiden vorgestellten Ansätze eignen sich für die datenschutzkonforme Aggregation von Rasterzellen. Die Überaggregation des Quadtree-Ansatzes konnte durch einen Formflexiblen Ansatz zur Erzeugung von Mischrasterkarten weitestgehend behoben und der Auflösungsverlust deutlich verringert werden. Zeitvergleiche auf Mischrasterkarten sind allerdings nur eingeschränkt möglich, da Größe und Form der Cluster von den jeweiligen Inhalten abhängt.

Derartige Aggregationsansätze lassen sich auch nutzen, um die Fallzahlen von gering besetzten Rasterzellen zu erhöhen und damit die statistische Sicherheit zu verbessern.

6 Danksagung

Die Autoren danken für die Unterstützung der Forschungsarbeiten zur Erstellung von Mischrasterkarten durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Projekt „Quantitative Siedlungsstrukturanalyse – Erhebung, Beschreibung, Bewertung, Visualisierung“ (ME 1592/3-1).

7 Literatur

- Arnberger, E. (1977): Thematische Kartographie. Das Geographische Seminar.
- Behnisch, M.; Meinel, G.; Tramsen, S.; Dießelmann, M. (2013): Using quadtree representation in building stock visualization and analysis. In: *Erdkunde*, 67(2)/2013.
- Bundesministerium des Innern (Hrsg.) (2012): 3. Geo-Fortschrittsbericht der Bundesregierung.
- Dickmann F.; Sohst, A. (2008): Vom Baublock zum Grid – Die Visualisierung künstlicher Raumeinheiten im Geomarketing. In: *Kartographische Nachrichten*, 5/2008.
- Meyer, W. (2008): Globalisierung und lokaler Raum in Mischrasterkarten. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2008*, Beiträge zum 20. AGIT-Symposium Salzburg.
- RatSWD – Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (Hrsg.) (2012): *Georeferenzierung von Daten. Situation und Zukunft der Geodatenlandschaft in Deutschland*. Berlin.

- Samet, H. (1988): An overview of quadtree, octrees and related hierarchical data structures. In: Theoretical Foundations of Computer Graphics and CAD, Volume 40 Issue 1, 51-68.
- Strobl, J. (2005): Hierarchische Aggregation: Detailinformation versus Datenschutz am Beispiel adressbezogen georeferenzierter Datensätze. In: Salzburger Geographische Arbeiten. Band 38, Salzburg, 163-171.
- Szibalski, M. (2006): Karten in der amtlichen Statistik. In: Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Wirtschaft und Statistik 3/2006.
- ULD – Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein (2008): Datenschutzrechtliche Rahmenbedingungen für die Bereitstellung von Geodaten für die Wirtschaft – Gutachten im Auftrag der GIW-Kommission.
- Witt, W. (1970): Thematische Kartographie, Methoden und Probleme, Tendenzen und Aufgaben, Veröffentlichung der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Abhandlungen, Band 49.
- Wonka, E. (2010): Regionalstatistik in Österreich auf der räumlichen Bezugsbasis von regionalstatistischen Rastereinheiten. Hrsg.: Josef Strobl, Institut für Geographic Information Science, Österreichische Akademie der Wissenschaften gemeinsam mit STATISTIK AUSTRIA.

Automatische Erkennung von Gebäudetypen auf Grundlage von Geobasisdaten

Robert Hecht

Zusammenfassung

Für die kleinräumige Modellierung und Analyse von Prozessen im Siedlungsraum spielen gebäudebasierte Informationen eine zentrale Rolle. In amtlichen Geodaten, Karten und Diensten des Liegenschaftskatasters und der Landesvermessung werden die Gebäude in ihrem Grundriss modelliert. Semantische Informationen zur Gebäudefunktion, der Wohnform oder dem Baualter sind in den Geobasisdaten nur selten gegeben.

In diesem Beitrag wird eine Methode zur automatischen Klassifizierung von Gebäudegrundrissen vorgestellt mit dem Ziel, diese für die Ableitung kleinräumiger Informationen zur Siedlungsstruktur zu nutzen. Dabei kommen Methoden der Mustererkennung und des maschinellen Lernens zum Einsatz. Im Kern werden Gebäudetypologie, Eingangsdaten, Merkmalsgewinnung sowie verschiedene Klassifikationsverfahren hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Generalisierungsfähigkeit untersucht. Der Ensemble-basierte Random-Forest-Algorithmus zeigt im Vergleich zu 15 weiteren Lernverfahren die höchste Generalisierungsfähigkeit und Effizienz und wurde als bester Klassifikator zur Lösung der Aufgabenstellung identifiziert.

Für Gebäudegrundrisse im Vektormodell, speziell den Gebäuden aus der ALK, dem ALKIS® oder dem ATKIS® Basis-DLM sowie den amtlichen Hausumringen und 3D-Gebäudemodellen, kann mit dem Klassifikator für alle städtischen Gebiete eine Klassifikationsgenauigkeit zwischen 90 % und 95 % erreicht werden. Die Genauigkeit bei Nutzung von Gebäudegrundrissen extrahiert aus digitalen topographischen Rasterkarten ist mit 76 % bis 88 % deutlich geringer.

Die automatische Klassifizierung von Gebäudegrundrissen leistet einen wichtigen Beitrag zur Gewinnung von Informationen für die kleinräumige Beschreibung der Siedlungsstruktur. Neben der Relevanz in den Forschungs- und Anwendungsfeldern der Stadtgeographie und Stadtplanung sind die Ergebnisse auch für die kartographischen Arbeitsfelder der Kartengeneralisierung, der automatisierten Kartenerstellung sowie verschiedenen Arbeitsfeldern der Geovisualisierung relevant.

1 Einführung

Für die Beantwortung wissenschaftlicher und planerischer Fragestellungen im Siedlungsraum werden kleinräumige Informationen zur funktionalen, morphologischen

und sozioökonomischen Siedlungsstruktur benötigt. Gebäude spielen dabei eine zentrale Rolle, da sie die physische Struktur der Stadt prägen und sich durch deren Nutzung Verteilungsmuster von Wohnungen, Arbeitsstätten und Infrastrukturen ergeben.

Trotz großer Bedeutung stehen der Wissenschaft und Praxis nur wenig aktuelle, oftmals nur räumlich stark aggregierte Informationen zur Siedlungsstruktur (insb. Gebäudestruktur, Bebauungsdichte, Geschossfläche, Wohnung- und Einwohnerzahl, Baualter, bauliche Aktivität) zu Verfügung (vgl. Behnisch et al. 2012). So ist die kleinste räumliche Bezugseinheit der amtlichen Flächen- und Gebäudestatistik in Deutschland die Gemeindeebene, weshalb diese Daten lediglich für regionale oder überregionale Fragenstellungen mit geringem Anspruch auf räumliche Detailliertheit geeignet sind. Zwar bieten einige kommunale Informationssysteme ein breites thematisches Spektrum von Informationen auf kleinräumiger Ebene an. Fehlende Flächendeckung, der schwierige Zugang und die äußerst große Heterogenität machen die Daten jedoch unattraktiv für kommunalübergreifende Analysen (Haußmann 2012). Kleinräumige Daten kommerzieller Anbieter bieten durchaus flächendeckende Informationen an. Deren Datenaufbereitungsprozesse sind jedoch sehr intransparent und der Erwerb mit hohen Datenkosten verbunden.

Eine Möglichkeit an kleinteilige Informationen zur Siedlungsstruktur zu gelangen ist es, diese mithilfe räumlicher Analysen im GIS abzuschätzen (u. a. Meinel et al. 2008; Geiß et al. 2011). Grundlage dafür ist ein zweckmäßig klassifiziertes Gebäudemodell. Die Frage stellt sich dabei, wie man an dieses zweckmäßig klassifizierte Gebäudemodell gelangt. Gebäude werden zwar im Liegenschaftskataster und in topographisch-kartographischen Informationssystemen der Landesvermessung geführt und in Form von Geodaten, Karten und Diensten angeboten. Der erfasste Gebäudegrundriss besitzt allerdings nur selten explizite semantische Informationen zur Gebäudefunktion, der Wohnform, dem Baualter oder der Geschosshöhe. Bundesweit einheitliche Festlegungen der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV) sehen im ALKIS (Liegenschaftskataster) lediglich eine funktionale Unterscheidung von „Wohngebäude“, „Gebäude für öffentliche Zwecke“ und „Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe“ zwingend vor (AdV 2008). Die amtlichen Hausumringe und Hauskoordinaten besitzen hingegen gar keine attributive Beschreibung zum Gebäude (Westenberg, Will 2013).

Die manuelle Kartierung von Gebäudetypen ist ein sehr zeitaufwändiger Prozess, der häufig auch durch subjektive Einflüsse geprägt ist. Computertechnologie und Methoden der Bildanalyse, Mustererkennung und des Bildverstehens erlauben es, Objekte und Muster automatisch in Bildern oder Vektordaten zu erkennen und zu klassifizieren. Es stellt sich deshalb die Frage, ob es möglich ist, Gebäudetypen automatisch in Geobasisdaten zu erkennen, um diese für die Ableitung kleinräumiger Informationen zur Siedlungsstruktur zu nutzen. Im vorliegenden Beitrag soll ein Einblick in die wichtigsten Erkenntnisse der Dissertation von Hecht (2013) gegeben werden, die sich dieser

Frage stellt. Ziel der Arbeit war die Entwicklung methodischer Beiträge zur automatischen Klassifizierung von Gebäudegrundrissen für die kleinräumige Beschreibung der Siedlungsstruktur unter Nutzung von Methoden der Bildanalyse, Geoinformatik und des maschinellen Lernens einschließlich der Validierung und Bewertung anhand verschiedener Eingangsdatentypen.

2 Forschungsstand und Ziel

Erste Ansätze zur Klassifizierung urbaner Strukturen gehen auf die bildbasierte Auswertung von Fernerkundungsdaten zurück (Wharton 1982; Barnsley, Barr 1996; Gong, Howarth 1992). Erst mit der Verfügbarkeit digitaler, hochauflösender Bild- und Vektordaten gewann die Klassifizierung individueller Gebäudegrundrisse in den letzten Jahren an Bedeutung und ist ein relativ junges Forschungsthema.

Die bisherigen Ansätze unterscheiden sich je nach Zweck und Forschungsgebiet in der Gebäudetypologie (Kriterien, Klassenanzahl), den verwendeten Eingangsdaten (u. a. topographische Vektordaten, sehr hochauflösende Satellitenbilddaten, LiDAR-Daten) und dem gewählten Klassifikationsansatz. Prinzipiell stehen wissensbasierte Ansätze (top-down) den datengetriebenen Ansätzen (bottom-up) gegenüber (vgl. Lüscher et al. 2009). Von wissensbasierten Ansätzen spricht man, wenn das Wissen über die Objekte aus Regelwerken, Handbüchern oder Expertenbeschreibungen abgeleitet und in einem Modell vom Menschen explizit bereitgestellt wird. Das Modell versteht sich dann als Zuordnungsvorschrift (Klassifikator), in dem ein Gebäudegrundriss über eine Regel genau einer Klasse zugeordnet wird, wie etwa in den Arbeiten von Orford & Radcliffe (2007), Meinel et al. (2009) oder Smith, Crooks (2010). Eine derartige Herangehensweise führt zwar zu einer hohen Transparenz und Nachvollziehbarkeit, diese ist jedoch nur bei leicht formalisierbaren Erkennungsproblemen mit eindeutig beschreibbaren Gebäudetypen realisierbar. Bei den datengetriebenen Verfahren erfolgt der wesentliche Teil der Modellbildung automatisch anhand einer gegebenen Trainingsdatenmenge unter Nutzung von Methoden der Mustererkennung (engl. pattern recognition) und des maschinellen Lernens (engl. machine learning). Mit zunehmender Komplexität einer Klassifizierung und größeren Anforderungen an die semantische Auflösung gewinnen die datengetriebenen Verfahren immer mehr an Bedeutung, die je nach Lernstrategie weiter nach überwachten (u. a. Steiniger et al. 2008; Römer, Plümer 2010; Henn et al. 2012) und unüberwachten Ansätzen (u. a. Neidhart, Sester 2004; Werder et al. 2010; Geiß et al. 2011) unterschieden werden können.

Der aktuelle Forschungsstand legt offen, dass mit den bisherigen Ansätzen nur eine geringe Anzahl an Klassen und Merkmalen berücksichtigt werden, diese an vergleichsweise kleinen Untersuchungsgebieten getestet wurden und häufig unzureichend validiert wurden (Hecht 2013). Auch ist festzuhalten, dass wissensbasierte Ansätze nur schwer adaptier-

bar sind, wie etwa das im SEMENTA[®] implementierte Regelwerk (Meinel et al. 2008). Zielführender wäre deshalb eine Klassifizierung mithilfe eines datengetriebenen Ansatzes unter Nutzung von Methoden des maschinellen Lernens. Die Mustererkennung und das Gebiet des maschinellen Lernens stellt dabei ein breites Spektrum an Methoden zur Verfügung, deren Einsatz für die automatische Klassifizierung von Gebäudegrundrissen bislang nur in wenigen Arbeiten systematisch untersucht wurde. Ziel der Dissertation von Hecht (2013) war deshalb die Entwicklung und Validierung geeigneter Methoden für die Gebäudeklassifizierung. In diesem Zusammenhang wurden auch Fragen zu den Datenanforderungen sowie zur Eignung aktuell verfügbarer Geobasisdaten, Fragen zur Ableitung relevanter Gebäudemerkmale und Fragen zur Klassifikationsgenauigkeit und ihre Einflussfaktoren erörtert.

3 Methodik

Für die automatische Interpretation wurde eine datengetriebene, überwachte Klassifikationsstrategie verfolgt, da die zu erkennenden Gebäudetypen als bekannt vorausgesetzt werden können. Die Methodik für die automatische Klassifizierung ist modular aufgebaut und in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Nach Festlegung der Rahmenbedingungen (Definition der Gebäudetypologie und Eingangsdaten) werden die fünf zentralen methodischen Bausteine angewandt, die zusammen das Building Footprint Classification Tool (BFClassTool) bilden. Die Beschreibung der Gebäude erfolgt über geometrische, topologische, statistische und semantische Merkmale, die mit Methoden der digitalen Bildverarbeitung und der räumlichen Analyse berechnet werden können. Während der Klassifikatorentwicklung wurden 16 verschiedene überwachte Klassifikationsverfahren anhand ausgewählter Datensätze getestet und deren Generalisierungsfähigkeit mittels 10-facher Kreuzvalidierung geschätzt.

Zum Einsatz kamen klassische lineare Verfahren, Künstliche Neuronale Netze, Support Vector Machines, Entscheidungsbaumverfahren und Ensemble-Methoden. Der Ensemble-basierte Random-Forest-Algorithmus (Breiman 2001) zeigte die höchste Generalisierungsfähigkeit und Effizienz und wurde als bester Klassifikator im BFClassTool implementiert.

Am Ende erfolgt die Modellanwendung und -bewertung im Rahmen einer Genauigkeitsanalyse unter Berücksichtigung verschiedener Untersuchungsgebiete, Eingangsdaten und Trainingsdatenmengen. Betrachtet werden dabei sowohl die Gesamtgenauigkeit als auch klassenspezifische Gütemaße, wie die Herstellergenauigkeit (engl. Producer's Accuracy) und die Nutzergenauigkeit (engl. User's Accuracy) (Congalton, Green 1998), auf deren Grundlage eine Bewertung verschiedener Eingangsdaten möglich ist.

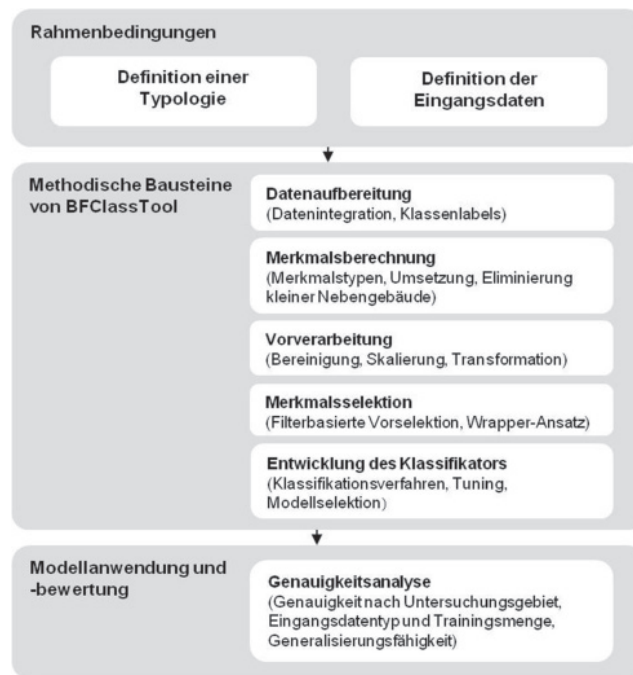


Abb. 1: Arbeitsschritte (Quelle: eigene Bearbeitung)

3.1 Gebäudetypologie

Die Gebäude sollen nach städtebaulichen Kriterien klassifiziert werden. Die entworfene Gebäudetypologie (vgl. Abb. 2) ist für eine breite Anwendung gedacht und orientiert sich im Wesentlichen an klassischen Gebäudetypologien des Städtebaus und der Wohnbauforschung (Müller, Korda 1999; IWU 2003; Buchert et al. 2004). Im Hinblick auf zu modellierende Zielgrößen der Siedlungsstruktur, wie z. B. die Geschossflächendichte, die Wohnungs- oder Einwohnerdichte, liegt der Fokus der Typologie auf der Wohnnutzung (11 Wohngebäudenutzungen, 3 Nichtwohngebäudetypen). Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Typen ist in Hecht (2013) nachzulesen.

3.2 Eingangsdaten

Informationen zum Gebäudegrundriss sind in verschiedenen Geobasisdaten zu finden, wie etwa in digitalen topographischen Karten im Maßstab 1:25 000 (TK25, DTK25-V oder DTK25, im ATKIS® Basis-DLM¹ (ATKIS), in der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) beziehungsweise im amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®) sowie in daraus abgeleiteten Produkten, wie den amtlichen Hausumringen (HU) und 3D-Gebäudemodellen. Weitere Information können den Dokumenten der

¹ nur in einigen neuen Bundesländern

AdV (www.adv-online.de) und der Zentralen Stelle für Hauskoordinaten, Hausumringe und 3D-Gebäudemodelle² (ZSHH) entnommen werden. Nutzergenerierte Daten, wie OpenStreetMap, enthalten zwar auch Gebäudegrundrisse, eine Nutzung dieser Daten macht aufgrund der Unvollständigkeit jedoch aktuell keinen Sinn (vgl. Kunze et al. 2013). Auch aus Fernerkundungsdaten abgeleitete Gebäudegrundrisse werden wegen der fehlenden Möglichkeit einer vollautomatischen Extraktion mit hinreichender Genauigkeit nicht weiter betrachtet.

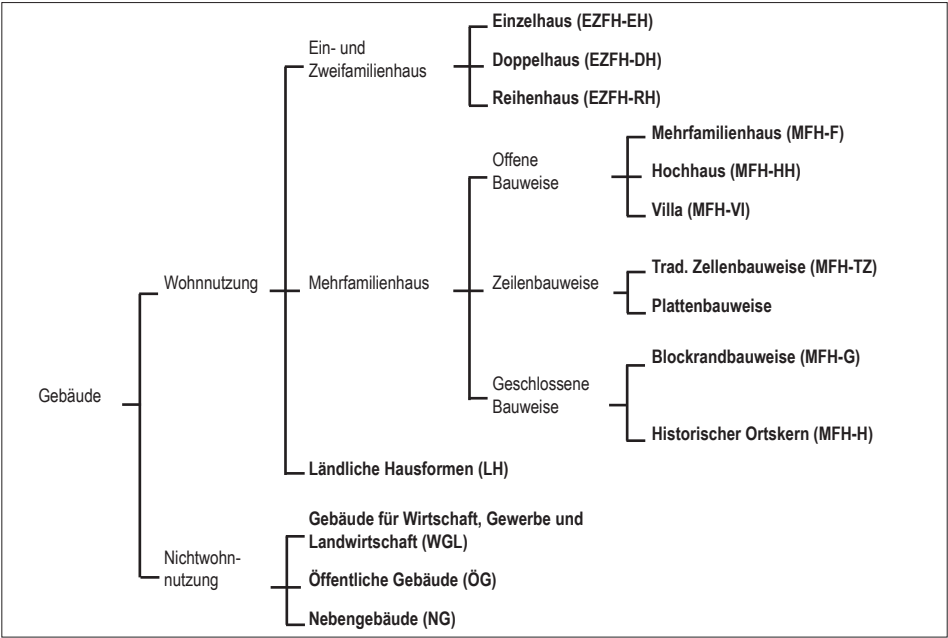


Abb. 2: Gebäudetypologie (Quelle: eigene Bearbeitung)

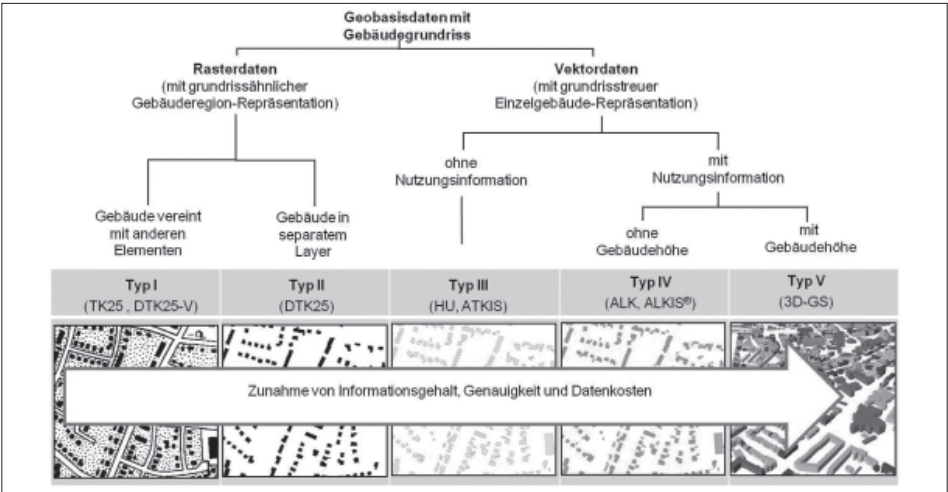


Abb. 3: Geobasisdaten mit Gebäudegrundrissinformation (Quelle: eigene Bearbeitung)

² www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/organisation/abteilung07/dezernat_74/zshh/index.html

Die betrachteten Geodatensätze lassen sich hinsichtlich der geometrischen Gebäudemodellierung und dem semantischen Informationsgehalt in fünf Eingangsdatentypen unterscheiden (vgl. Abb. 3).

Als unterstützende Geometrie werden die Siedlungsblöcke und deren Flächennutzung aus dem ATKIS® Basis-DLM sowie amtliche Hauskoordinaten hinzugezogen.

4 Ergebnisse

Nach einer Vorstellung der Untersuchungsgebiete und Daten sollen die wichtigsten Ergebnisse der Genauigkeitsuntersuchung im Vordergrund stehen.

4.1 Untersuchungsgebiete und Daten

Das entwickelte Klassifikationsverfahren wurde an verschiedenen Siedlungstypen der Bundesrepublik getestet. Die Auswahl der Untersuchungsgebiete erfolgte unter Berücksichtigung sowie der Verfügbarkeit der Geobasisdaten sowie einer ausreichend großen Menge an Referenzgebäuden.

Gewählt wurden die Städte Dresden, Halle und Krefeld, die Kleinstadt Stolpen sowie ländliche Gemeinden in Sachsen (Diera-Zehren, Crostwitz, Stolpen und Rechenberg-Bienenmühle). Der Aufbau der Referenzdatenbasis erfolgte unter Nutzung bereits vorhandener Kartierungen (Umkodierung, räumliche Zuordnung, Transformation etc.). Für die Untersuchungsgebiete wurden die Datengrundlagen zum Gebäudegrundriss (alle 5 Eingangsdatentypen), dem Baublock und den Hauskoordinaten beschafft.

4.2 Klassifikationsgenauigkeit nach Eingangsdatentyp

Die Gesamtgenauigkeit unter Nutzung von Random Forest wurde für jeden Datensatz über eine 10-fache Kreuzvalidierung bestimmt. Diese nimmt vom Eingangsdatentyp I bis V zu (vgl. Abb. 4). So können beispielsweise 90 % bis 95 % aller vektorbasierten Gebäudegrundrisse (z. B. HU, ALK, 3D-Gebäude) und 76 % bis 88 % aller Gebäude aus topographischen Rasterkarten richtig klassifiziert werden. Die höchste Genauigkeit konnte für die 3D-Gebäudedaten von Krefeld erreicht werden. Bei ausreichend großer Trainingsdatenmenge wurde aber auch im städtischen Gebiet für die ALK-Gebäude eine Genauigkeit von über 94 % (Dresden, Krefeld) und für die Gebäude des Eingangsdatentyps III (ATKIS) mindestens über 90 % (Dresden, Halle, Krefeld) gemessen. Für die Kleinstadt Stolpen und den dörflichen Gebieten wurde eine geringere Genauigkeit beobachtet, die jedoch teilweise im Zusammenhang mit der deutlich geringeren Anzahl an Trainingsobjekten steht.

		Untersuchungsgebiete				
		Stadt Dresden	Stadt Halle	Stadt Krefeld	Kleinstadt Stolpen	Dörfli. Gebiete
Eingangsdaten	Typ I DTK25-V	78,9 % (±0,67)	76,6 % (±1,27)	76,6 % (±6,91)	67,4 % (±11,46)	56,4 % (±7,04)
	Typ II DTK25		88,9 % (±0,44)	78,2 % (±2,16)		
	Typ III Hausumringe	90,4 % (±0,62)	91,8 % (±0,45)	93,6 % (±0,51)	72,2 % (±9,01)	62,4 % (±3,41)
	Typ IV ALK	94,3 % (±0,39)		94,3 % (±0,33)	84,2 % (±4,46)	78,7 % (±5,09)
	Typ V 3D-Gebäude			94,9 % (±0,28)		

Abb. 4: Gesamtgenauigkeit und Standardabweichung in Klammern aller betrachteten Datensätze ermittelt aus 10-facher Kreuzvalidierung. Einfärbung der Zellen von grün (sehr gut) über gelb (befriedigend) bis rot (mangelhaft). (Quelle: eigene Bearbeitung)

4.3 Klassenspezifische Genauigkeit

Die Betrachtung der Gesamtgenauigkeit ist allein nicht ausreichend, um die Qualität einer Klassifikation zu beurteilen. Darum wurden Konfusionsmatrizen durch Vergleich der klassifizierten Gebäudemenge mit den Referenzdaten abgeleitet anhand derer die Herstellergenauigkeit und Nutzergenauigkeit einzelner Klassen berechnet werden kann.

Für die städtischen Untersuchungsgebiete konnten bei Verwendung des Eingangsdatentyps III bis V für die Mehrheit der Klassen Herstellergenauigkeiten von über 90 % erzielt werden. Insbesondere die Klassen der Wohnbebauung MFH-G, MFH-TZ, MFH-IZ, EFZH-EH, EFZH-DH, EFZH-RH und die Nichtwohnnutzungsklassen WGL und ÖG können sehr gut vorhergesagt werden. Eine geringere Genauigkeit ist für die häufig unterbesetzten Klassen der freistehenden Mehrfamilienhäuser (MFH-F), Ländlichen Häuser (LH) und Hochhäuser (MFH-HH) zu beobachten. Bei der Verwendung von Gebäuden aus topographischen Karten (Eingangsdatentyp I und II) ist die Genauigkeit über alle Klassen hinweg deutlich geringer.

4.4 Diskussion

Den wichtigsten Einfluss auf die Klassifikationsgenauigkeit haben die verwendeten Datengrundlagen, da sich diese im Informationsgehalt und Generalisierungsgrad unterscheiden. Die Klassifikationsgenauigkeit erhöht sich dabei mit der zur Verfügung stehenden Information, die dem Klassifikator mittels numerischer Merkmale bereitgestellt werden können. Für alle drei städtischen Untersuchungsgebiete konnten ver-

gleichbare Genauigkeiten festgestellt werden. Bei Nutzung der ATKIS-Gebäude war die Genauigkeit beispielsweise 93,6 % (Krefeld), 91,8 % (Halle) und 90,4 % (Dresden) und für die DTK25-V 78,9 % (Dresden), 76,6 % (Krefeld) und 76,6 % (Halle). Es kann demnach vermutet werden, dass für andere deutsche Städte vergleichbare Genauigkeiten erzielt werden können, sofern für diese eine ausreichend große Trainingsdatenmenge zur Verfügung steht. Eine Variation der Trainingsdatenmenge zeigte, dass die Gesamtgenauigkeit mit dieser stetig zunimmt und gegen die Genauigkeit konvergiert, die bei theoretisch unendlicher Trainingsdatenmenge erreicht wird (Hecht 2013). Am Beispiel der ATKIS-Gebäude von Halle reichen beispielsweise 625 Objekte aus, um einen Klassifikator mit einer Genauigkeit von ca. 80 % zu trainieren. Stehen 2 500 Trainingsobjekte zur Verfügung, so können bereits über 85 % der Gebäude richtig klassifiziert werden. Bei Nutzung von 10 000 Trainingsobjekten wurde hingegen eine Genauigkeit von über 90 % erreicht.

Die Frage nach der Übertragbarkeit spielt in der Praxis eine bedeutende Rolle, da die Erhebung von Trainingsdaten in der Regel mit großem zeitlichem Aufwand, Expertise und hohen Kosten verbunden ist. In einer Untersuchung wurde deshalb die Übertragbarkeit eines erlernten Klassifikators erprobt. Die Experimente zeigen, dass eine Klassifizierung von Gebäudegrundrissen einer Stadt mit einem auf Grundlage einer anderen Stadt trainierten Klassifikator nur dann gut funktioniert, wenn die Städte durch ähnliche städtebauliche Muster der Bebauungsstruktur gekennzeichnet sind. Für eine deutschlandweite Anwendung des Verfahrens bedeutet es, dass eine regionale Differenzierung der Landesfläche und die Erhebung von Trainingsdaten in diesen Regionen nötig ist.

5 Fazit und Ausblick

Der aktuelle Forschungsstand belegt, dass nur wenige Arbeiten vorliegen, die den Einsatz von Verfahren der Mustererkennung und des maschinellen Lernens für die Gebäudeklassifikation verfolgen. Viele Ansätze stützen sich auf wissensbasierte Modelle, die wenig flexibel bzgl. einer Änderung der Datengrundlage oder der Gebäudezielklassen sind. Ferner fehlt es den meisten Ansätzen an einer kritischen Genauigkeitsbetrachtung unter Nutzung unabhängiger Testdaten. Deswegen wurde bei der Entwicklung eines Verfahrens zur automatischen Gebäudeklassifizierung besonderer Wert auf eine hohe Flexibilität, Automation sowie eine zuverlässige Validierung gelegt. Der entwickelte Ansatz beschränkt sich dabei auf die ausschließliche Nutzung von Geobasisdaten. Damit wird eine flächendeckende Anwendbarkeit des Verfahrens in Deutschland und Ländern mit vergleichbarer Datenlage abgesichert.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch Kombination der räumlichen Analysen mit Methoden der Mustererkennung und des maschinellen Lernens eine automatische Klassifizierung der Gebäude mit einer Genauigkeit von über 90 % möglich ist. Dies eröffnet ein

breites Spektrum an Anwendungsszenarien (Quantitative Stadtforschung, Stadt- und Regionalplanung, Infrastrukturplanung, Geomarketing, Energiemodellierung, Risikoabschätzung, Monitoring etc.). Weitere Untersuchungen zur Anwendbarkeit auf andere Problemstellungen, Gebäudetypologien, Daten und Untersuchungsgebiete sind denkbar. Durch Berücksichtigung weiterer Daten (LoD2, Flurstücke, Bilddaten, semantische Information aus OSM, Firmendaten) könnte das Verfahren in Zukunft weiter optimiert werden. Ein weiterer Schritt wäre die Evaluierung des Verfahrens anhand projizierter sozioökonomischer Zielgrößen (z. B. Bevölkerung, Haushalte, Energieverbrauch etc.) mit Referenzdaten zur Abschätzung siedlungsstruktureller Kennzahlen.

Die Arbeit liefert einen wichtigen Beitrag zur Abschätzung kleinräumiger Indikatoren zur Siedlungsstruktur, die im Rahmen des „Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung“ (www.ioer-monitor.de) implementiert werden könnten. Es könnten damit weitaus differenziertere Informationen zur Geschossflächendichte, Gebäudevolumen, der Gebäudeoberfläche oder weiteren sozio-ökonomischen Kenngrößen abgeschätzt und bereitgestellt werden. Für eine flächendeckende Klassifizierung aller Gebäudegrundrisse sind jedoch noch geeignete Strategien zu erarbeiten, um regionale Unterschiede in der Bebauungsstruktur zu berücksichtigen.

6 Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse waren Gegenstand einer Promotion, die am Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) bearbeitet und am Institut für Kartographie der TU Dresden verteidigt wurde. Alle genannten Geobasisdaten standen dem IÖR für Forschungszwecke zur Verfügung. Der Autor möchte sich beim Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) und dem Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN) für die Bereitstellung dieser Daten bedanken.

7 Literatur

- AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen (2008): ALKIS-Objektartenkatalog – Version 6.0. (Stand: 11.04.2008) AdV (Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens).
- Barnsley, M. J.; Barr, S. L. (1996): Inferring urban land use from satellite sensor images using kernel-based spatial reclassification. In: Photogrammetric Engineering Remote Sensing. 62 (8), 949-958.
- Behnisch, M.; Meinel, G.; Burckhardt, M.; Hecht, R. (2012): Auswertungen zum Gebäudebestand in Deutschland auf Grundlage digitaler Geobasisdaten. In: Meinel et al. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring IV. IÖR-Schriften 60, Rhombos-Verlag, 151-158.
- Breiman, L. (2001): Random Forests. In: Machine Learning. 45 (1), 5-32.

- Buchert, M.; Fritsche, U.; Jenseit, W.; Rausch, L.; Deilmann, C.; Schiller, G.; Siedentop S.; Lipkow, A. (2004): Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland: Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung: UBA-FB 000543. (Forschungsbericht Nr. 01/2004) Umweltbundesamt (Reihe).
- Congalton, R. G.; Green, K. (1998): Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. 1. Aufl. CRC Press. ISBN: 0873719867.
- Geiß, C.; Taubenböck, H.; Wurm, M.; Esch, T.; Nast, M.; Schillings, C.; Blaschke, T. (2011): Remote Sensing-Based Characterization of Settlement Structures for Assessing Local Potential of District Heat. In: Remote Sensing. 3 (7), 1447-1471.
- Gong, P.; Howarth, P. F. (1992): Frequency-Based Contextual Classification and Gray-Level Vector Reduction for Land-Use Identification. In: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 58 (4), 423-437.
- Haußmann, M. (2012): Probleme und Lösungen auf dem Weg zu kleinräumigen innerstädtischen Statistiken. In: Meinel et al. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring IV. IÖR-Schriften 60, Rhombos-Verlag, 169-174.
- Hecht, R. (2013): Automatische Klassifizierung von Gebäudegrundrissen – Ein Beitrag zur kleinräumigen Beschreibung der Siedlungsstruktur. Dissertation, Technische Universität Dresden.
- Henn, A.; Römer, C.; Gröger, G.; Plümer, L. (2012): Automatic classification of building types in 3D city models Using SVMs for semantic enrichment of low resolution building data. In: Geoinformatica. 16 (2), 281-306.
- IWU (2003): Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze. Institut Wohnen und Umwelt GmbH.
- Kunze, C.; Hecht, R.; Hahmann, S. (2013): „Zur Vollständigkeit des Gebäudedatenbestandes von OpenStreetMap“. In: Kartographische Nachrichten. 63 (2/3), 73-81.
- Lüscher, P.; Weibel, R.; Burghardt, D. (2009): Integrating ontological modelling and Bayesian inference for pattern classification in topographic vector data. In: Computers, Environment and Urban Systems. 33 (5), 363-374.
- Meinel, G.; Hecht, R.; Herold, H. (2009): Analyzing building stock using topographic maps and GIS. In: Building Research & Information. 37 (5-6), 468-482.
- Meinel, G.; Hecht, R.; Herold, H.; Schiller, G. (2008): Automatische Ableitung von stadtstrukturellen Grundlagendaten und Integration in einem Geographischen Informationssystem. Forschungen, Heft 134, BMVBS/BBR (Hrsg.), Bonn 2008.
- Müller, W.; Korda, M. (1999): Städtebau. 4. neubearbeitete Auflage. Stuttgart, Leipzig: Teubner Verlag, 1999.
- Neidhart, H.; Sester, M. (2004): Identifying Building Types and Building Clusters Using 3D-Laser Scanning and GIS-Data. In: International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Istanbul.
- Orford, S.; Radcliffe, J. (2007): Modelling UK residential dwelling types using OS Mastermap data: A comparison to the 2001 census. In: Computers, Environment and Urban Systems. 31 (2), 206-227.

- Römer, C.; Plümer, L. (2010): Identifying Architectural Style in 3D City Models with Support Vector Machines. In: Photogrammetrie – Fernerkundung – Geoinformation. 2010, 371-384.
- Smith, D.; Crooks, A. (2010): From buildings to cities: techniques for the multi-scale analysis of urban form and function. Working Paper Series, Nr. 155, University College London.
- Steiniger, S.; Lange, T.; Burghardt, D.; Weibel, R. (2008): An Approach for the Classification of Urban Building Structures Based on Discriminant Analysis Techniques. In: Transactions in GIS. 12 (1), 31-59.
- Werder, S.; Kieler, B.; Sester, M. (2010): Semi-automatic interpretation of buildings and settlement areas in user-generated spatial data. In: Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. New York, NY, USA: ACM (GIS '10), 330-339.
- Westenberg, G.; Will, K. (2013): Geometrieinformationen zum Gebäudebestand – die Produkte Hauskoordinaten, Hausumringe und 3D-Gebäudemodelle. Flächennutzungsmonitoring V. IÖR-Schriften 61, Rhombos-Verlag. 147-154.
- Wharton, S. W. (1982): A contextual classification method for recognizing land use patterns in high resolution remotely sensed data. In: Pattern Recognition. 15 (4), 317-324.

Automatisierte Baublockabgrenzung in Topographischen Karten

Sebastian Muhs, Gotthard Meinel, Dirk Burghardt, Hendrik Herold

Zusammenfassung

Der Bestand an analysierbaren, digitalen Daten vergangener Zeitstände zur Siedungsflächenausdehnung, die für eine kleinräumige Analyse der Siedlungsdynamik notwendig sind, steht in einem klaren Widerspruch zu seiner Nachfrage. Topographische Karten im Maßstab 1:25 000 enthalten implizit Grundrissinformationen zu den Elementarobjekten der Siedlungsstruktur – Baublock, Straße und Gebäude – und stellen dafür eine geeignete Datenquelle dar. Das hier vorgestellte automatisierte Verfahren zeigt, wie diese Information für Baublöcke mittels Methoden der digitalen Bildanalyse explizit verfügbar gemacht werden kann.

1 Einführung

Die ex-post-Analyse der Siedungsflächendynamik besitzt einen hohen Stellenwert für raumplanerische Entscheidungsträger, sei es um aktuelle Entwicklungen hinsichtlich der Erreichung siedlungspolitischer Ziele zu evaluieren (Jaeger et al. 2010) oder um aus einer Beobachtung heraus Aussagen über zukünftige Entwicklungen treffen zu können (Herold et al. 2005). Dabei ist der Baublock als gliederndes Elementarobjekt der Siedlungsstruktur die optimale Referenz- und Aggregationsebene (Wolfram 2011, 31 f.) für aus Gebäudedaten abgeleitete siedlungsstrukturelle Kennzahlen (Meinel et al. 2009).

Der Bestand an analysierbaren, digitalen Daten historischer Zeitstände zur Siedungsflächenausdehnung steht jedoch im Widerspruch zur seiner Nachfrage. Für Deutschland liegt die Geometrie der Baublöcke erst seit etwa Mitte der 90er Jahre mit dem ATKIS® Basis-DLM in digitaler Form vor. Neben Luft- und Satellitenbilddaten eignen sich vor allem gescannte topographische Karten als kostengünstige und flächendeckende Basis für die Erhebung historischer Daten der Siedlungsstruktur, da Informationen dazu in den Karten implizit dargestellt sind und es sich hierbei um fortschreibungspflichtige amtliche Geobasisdaten handelt (Meinel et al. 2007, 816). Um den manuellen Aufwand der Wissenserschließung zu minimieren, ist eine Automation der Siedungsflächenabgrenzung durch Anwendung von Methoden der Bildanalyse und Mustererkennung essentiell.

Ein solches automatisiertes Verfahren zur Baublockabgrenzung aus topographischen Karten im Maßstab 1:25 000 soll hier vorgestellt werden. Dieses Verfahren ist Be-

standteil eines Konzepts zum Aufbau einer Zeitreihe der Siedlungsflächenentwicklung, der eine Verknüpfung der abgegrenzten Baublockflächen mit aktuellen Daten der baulich geprägten Fläche erfordert (vgl. Abb. 1).

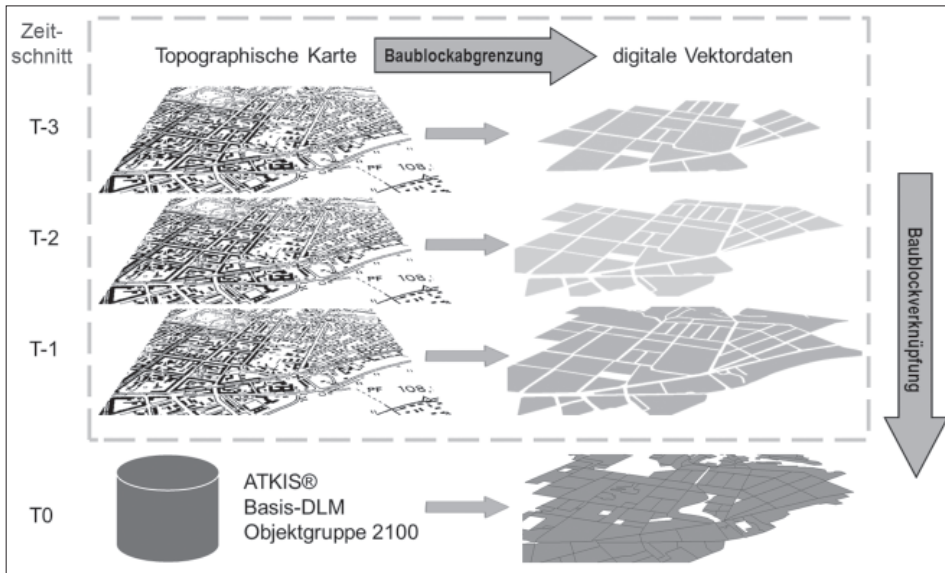


Abb. 1: Konzept zum Aufbau einer Zeitreihe der Siedlungsflächenentwicklung (Quelle: eigene Darstellung; Datengrundlage: DTK25(-V) und ATKIS® Basis-DLM ©Landesvermessungsamt Sachsen 2008)

2 Abgrenzung baulich geprägter Fläche aus topographischen Karten

2.1 Vorüberlegungen

Luft & Bender (1998) definieren einen Baublock als von topographischen Grenzlinien eingeschlossene, bebaute Fläche. Im folgend beschriebenen Ansatz werden diese Grenzlinien vorwiegend durch das Straßennetz definiert. Damit folgt der Ansatz weitestgehend der anglo-amerikanischen Definition eines Baublocks nach Conzen (1960, 5) als kleinster, von Straßen umrandeter Verbund von Grundstücken. Der Vorteil dieser Definition ist die wechselseitige Beziehung von Baublock und Straßennetz. Allerdings wird die Definition lediglich innerstädtischen Situationen gerecht. Andere Grenzlinien im Sinne von Luft & Bender (1998) sind beispielsweise Schienentrassen, Flüsse oder Flurstücksgrenzen. Besonders in städtischen Randlagen oder ländlichen Gebieten (z. B. Straßendörfer) schließen häufig Flurstücksgrenzen den Baublock ab. Abbildung 2 stellt die unterschiedlichen Abgrenzungsmöglichkeiten der Baublöcke schematisch dar:

- Abgrenzung ausschließlich alleine über das Straßennetz bei Vernachlässigung der tatsächlichen Überbauung, weiterer topographischer Grenzen oder Nutzungsänderungen (vgl. Abb. 2a);
- Abgrenzung unter Berücksichtigung überbauter Flächen und Landnutzungswechsel. Zudem führen die Eisenbahntrasse und der Fluss zu einer Teilung der Baublockflächen (vgl. Abb. 2b).

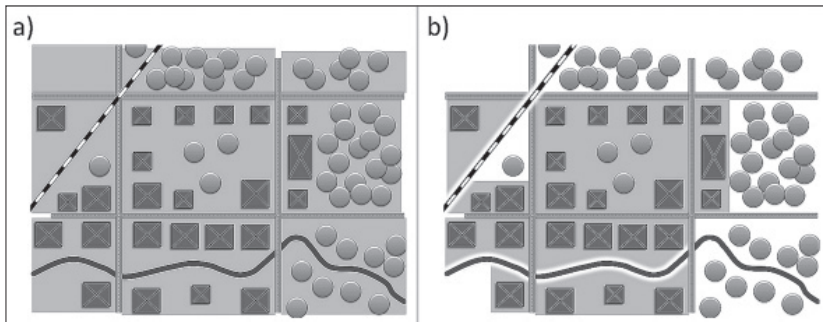


Abb. 2: Abgrenzungsmöglichkeiten für Baublöcke (hellgraue Fläche) (Quelle: eigene Darstellung)

2.2 Datengrundlage

Als Datengrundlage zur Abgrenzung der Baublockstruktur wird der binäre Grundrisslayer der Digitalen Topographischen Karte (Vorläufige Version) DTK25 (-V) (entspricht der gescannten analogen Topographischen Karte) in einer Scanauflösung von 200 Linien/cm gewählt. Darin werden durch die Überlagerung mehrerer Inhaltsebenen neben den Elementarobjekten der Siedlungsstruktur – Gebäude in Vollton- und Straßen in Doppelliniendarstellung – auch Signaturen für Infrastruktur, Vegetation und besondere topographische Orte, weitere gliedernde Objekte (z. B. administrative Grenzen, Landnutzungsgrenzen) und Schriften dargestellt. Die Topographischen Karten im Maßstab 1:25 000 sind nur geringfügig generalisiert und daher für quantitative Analysen der Stadtstruktur sehr gut geeignet. Zudem werden sie in regelmäßigen Zeitabständen aktualisiert (ca. fünf Jahre) und datieren für große Teile Deutschlands zurück bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts, was sie für Zeitreihenanalysen prädestiniert.

Allerdings stellen länder- und zeitspezifische Unterschiede zwischen den topographischen Kartenwerken hinsichtlich der Kartengrafik und Datenstruktur (z. B. in Gebrauch und Form von Signaturen, Schraffuren und der Integration des Schriftenlayers) (Meinel et al. 2008, 36) eine Herausforderung für die automatisierte Analyse dar. Zudem erschwert die binäre Kartenausprägung des Grundrisslayers durch die fehlende Farbinformation und der damit einhergehenden reduzierten Informationsdichte die Analyse. Gleichzeitig ist sie aber auch die allgemeingültigste und häufigste Kartenform.

2.3 Baublockdarstellung in der Topographischen Karte

Die Abgrenzung der Baublöcke lässt sich einerseits aus der Darstellung des Straßen- (vgl. Abb. 3a/b), Gewässer- und Schienennetzes ableiten, andererseits aus der Darstellung von Gebäuden und Flurstücksgrenzen (vgl. Abb. 3b/c), sofern diese in der Karte eingetragen sind. Bezogen auf die Abgrenzung durch das Straßennetz wird durch die Straßensignatur (Doppelliniendarstellung) ein Baublock geometrisch als geschlossene Kontur dargestellt. Das ermöglicht die Identifizierung der Baublöcke durch die bildanalytische Methode Boundary Fill der geschlossenen Konturen. Für die Anwendung dieser Methodik ist eine korrekte und saubere Darstellung der Baublöcke jedoch unabdingbar. Das heißt, die Konturen müssen geschlossen sein und unverbunden mit den Konturen anderer Baublöcke vorliegen.

Im Zusammenspiel mit ungünstigen Scanbedingungen hat die Konkurrenz der hierarchisch überlagerten Inhaltsebenen im Grundrisslayer jedoch zur Folge, dass diese Bedingung gewöhnlich für große Teile der Karte nicht erfüllt wird. Einerseits kann es durch die Überlagerung des Layers, der die Elementarobjekte der Siedlungsstruktur darstellt, mit einem Layer gleichen Rangs zu einer Verknüpfung der Baublockobjekte kommen (z. B. verbinden von Baublockgrenzen durch Straßenbahnsignatur – vgl. Abb. 3e). Andererseits kann die Überlagerung mit einem Layer höheren Rangs zur Freistellung des darunterliegenden Layers und damit zu einer Fragmentierung der Baublockgrenzen führen (z. B. durch den Schriftenlayer – vgl. Abb. 3d). Daher ist es notwendig, verknüpfende und freistellende Kartenobjekte und Signaturen zu erkennen, zu entfernen und die fragmentierten Baublockgrenzen zu rekonstruieren.

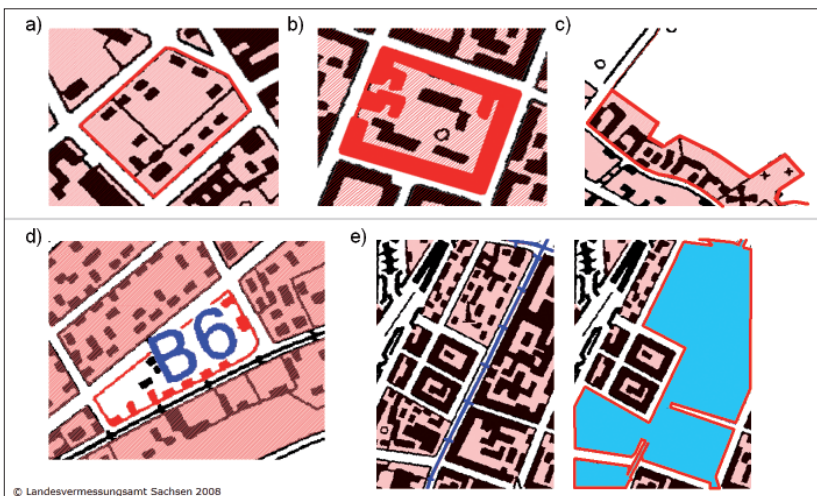


Abb. 3: Identifikation von Baublöcken in topographischen Karten (a-c) und Fragmentierung (d) bzw. Verknüpfung (e) der Baublockgrenzen (jeweils in Rot hervorgehoben) als Folge der Überlagerung mehrerer Inhaltsebenen im Grundrisslayer. In dunklem Blau sind fragmentierende und verknüpfende Objekte (d-e), in hellem Blau das Gesamtelement der verknüpften Baublockgrenzen dargestellt (e) (Quelle: eigene Darstellung)

3 Prozess der Baublockabgrenzung

Ausgehend von den Vorüberlegungen ergibt sich ein modular aufgebautes Konzept zur Baublockabgrenzung. In einem ersten Schritt wird versucht, aus dem Kartenbild alle Kartenobjekte zu extrahieren (vgl. Abb. 4, Modul Kartenobjekte), die eine Baublockabgrenzung entweder behindern (z. B. Beschriftung, Straßenbahnsignatur, andere Punktsignaturen) oder unterstützen (z. B. Gebäude, Eisenbahnsignatur, Schraffur für Wohnraumnutzung). Die Methodik zur Segmentation von Gebäuden und Schriften wird bei Meinel et al. (2009, 471 f.), die zur Abgrenzung von linienhaften Signaturen bei Muhs et al. (2012, 147 f.) dargestellt.

Im Modul Baublockabgrenzung (vgl. Abb. 4), dem zentralen Modul des Verfahrens, werden die Baublöcke aus der bereinigten Karte nach der Baublockdefinition von Conzen (1960, 5) iterativ und unter Zuhilfenahme des im Modul Kartenobjekte segmentierten Schienennetzes abgegrenzt. In der ersten Iteration werden alle korrekt dargestellten Baublockobjekte abgeleitet. In den weiteren zwei Iterationen werden die durch die Fragmentierung entstandenen kartographischen Lücken beseitigt und die Außengrenzen der Baublöcke rekonstruiert. Nach jeder Iteration wird dabei aus den erzeugten Baublöcken das Straßennetz abgeleitet und aktualisiert. Dieses Netzwerk dient einerseits als Rückkopplung für den Abgrenzungsprozess und andererseits als Grundlage für die Evaluierung der Baublöcke hinsichtlich fehlerhaft abgeleiteter Baublockgrenzen. Bereiche der Karte, für die eine Abgrenzung nicht zweifelsfrei möglich war, werden zur manuellen Nachbearbeitung markiert. Im Ergebnis liegen in einem Layer sämtliche durch das Straßennetz eingeschlossenen (vgl. Muhs et al. 2012) und durch das Schienennetz modifizierten Blöcke vor.

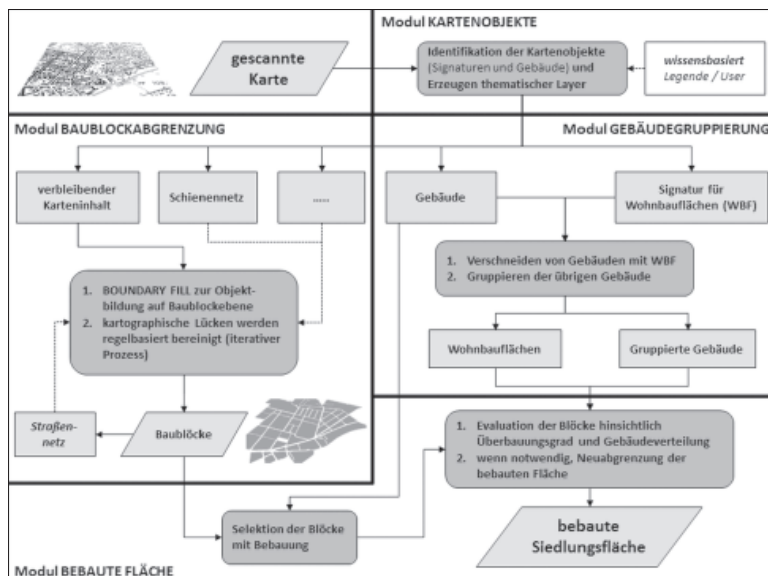


Abb. 4: Modulares Konzept zur automatischen Baublockabgrenzung (Quelle: eigene Darstellung)

Dieses Ergebnis schließt allerdings auch Blöcke der Karte ein, die nicht baulich geprägt sind wie Parks, Wasser- oder Waldflächen. Um Baublöcke im Sinne von Luft/Bender (1998) abzugrenzen, wurde das bei Muhs et al. (2012) vorgestellte Konzept um die Module Gebäudegruppierung und Bebaute Fläche erweitert.

Das Modul Gebäudegruppierung (vgl. Abb. 4) verfolgt das Ziel, Gebäude unter Beachtung der Baublockgeometrie zu gruppieren. Dabei wird ein iterativer Gravitations-Ansatz verfolgt; je mehr Fläche ein Gebäude oder eine Gebäudegruppe einnimmt, desto größer ist auch der Fangradius für angrenzende Gebäude, die der Gruppe zugewiesen werden. In Karten einiger Bundesländer werden Wohnbauflächen durch eine Schraffur oder Signatur ausgewiesen. Für diesen Fall wird diese Schraffur mit den Gebäuden verschnitten um die Gruppierung zu unterstützen.

Im finalen Modul Bebaute Fläche (vgl. Abb. 4) werden alle Blöcke, die Gebäude enthalten, hinsichtlich ihrem Überbauungsgrad und der Gebäudeverteilung evaluiert. Bei räumlich ungleicher Verteilung oder geringer Überbauung werden die bebauten „Blockflächen“ neu abgegrenzt. Dazu werden ausgehend von einer Gebäudegruppe entweder in der Karte enthaltene Grenzlinien genutzt oder eine Hülle (konkav/konvex) so um die Gruppe konstruiert, dass sie die Gebäude einschließt und die Verbindung zum Straßennetz gewährleistet wird. Das Ergebnis ist ein Baublocklayer im Sinne von Luft/Bender (1998).

4 Ergebnisse

Die Methodik wurde an Testkacheln der Topographischen Karte 1:25 000, Blatt Dresden aus dem Jahr 2008 entwickelt. Um die Leistungsfähigkeit zu beurteilen, wurde die Methodik an zwei weiteren Untersuchungsgebieten in Hannover und Krefeld getestet. Neben Unterschieden in der Verwendung von Signaturen für Kartenobjekte wie Straßen- und Eisenbahn weisen die topographischen Karten der Untersuchungsgebiete auch unterschiedliche Qualitäten auf. Basierend auf Kriterien von Meinel et al. (2008) besitzt die Karte von Hannover eine sehr gute Eignung, da sie direkt aus Daten des ATKIS® Basis-DLM abgeleitet wurde. Die Karten guter bis mäßiger Qualität von Dresden und Krefeld basieren auf gescannten Kartenfolien, wobei die Karte von Dresden noch eine leicht bessere Qualität hat als die Karte von Krefeld, was auf unterschiedliche Scanqualitäten zurückzuführen ist (insbesondere Binarisierungsschwellwert).

Als Referenz zur Beurteilung der Abgrenzungsergebnisse wurde die Objektgruppe Baulich geprägte Fläche (2100) des ATKIS® Basis-DLM (AdV 2003) aus dem Jahr 2008 genommen. Obwohl den Autoren bewusst ist, dass die Darstellungen in der Topographischen Karte und dem Basis-DLM nicht deckungsgleich sind, bietet sich das Basis-DLM als Referenz an, da dieses den aktuellsten Zeitschnitt T0 der Zeitreihe der Siedlungsflächenentwicklung repräsentiert (vgl. Abb. 1).

Tab. 1: Vergleich der Abgrenzungsergebnisse baulich geprägter Fläche in der DTK25(-V) mit dem Basis-DLM als Referenz (Quelle: eigene Analyse)

Unter- suchungs- gebiet	Bebaute Fläche (km²)		Match	Mismatch	
	DTK25	DLM		überschätzt	unterschätzt
Hannover	48,51	47,87	0,965	0,025 (2,47 km²)	0,010 (0,99 km²)
Dresden	22,01	22,67	0,933	0,035 (1,66 km²)	0,032 (1,54 km²)
Krefeld	37,99	38,92	0,937	0,027 (2,16 km²)	0,036 (2,88 km²)

Tabelle 1 fasst die Ergebnisse der Baublockabgrenzung zusammen. Die Angaben zu Match (Übereinstimmung von automatischer Abgrenzung mit dem Basis-DLM) und Mismatch beziehen sich dabei immer auf die Gesamtgröße des Kartenausschnitts des Untersuchungsgebietes (Hannover: 100 km²; Dresden: 48 km²; Krefeld: 80 km²). Die relativen Werte spiegeln das gute Abgrenzungsergebnis wider. Auch die Kartenqualität spiegelt sich in den Ergebnissen wider, wenn auch nicht so klar, wie das zu erwarten gewesen wäre. Das liegt in erster Linie daran, dass die flächenhaft dargestellten Gebäude als dominantes Abgrenzungsobjekt in den Modulen Gebäudegruppierung und Bebaute Fläche (vgl. Abb. 4) fungieren und damit Schwachstellen in der größtenteils linienhaften Abgrenzung der Baublöcke ausgleichen können. Beispiele für Überschätzung der Abgrenzung aus Karten sind Innenhöfe bei dichter Blockrandbebauung, die im Basis-DLM teilweise als Friedhöfe oder Parks ausgewiesen sind. Abbildung 5 zeigt einen Ausschnitt aus dem Untersuchungsgebiet Hannover.

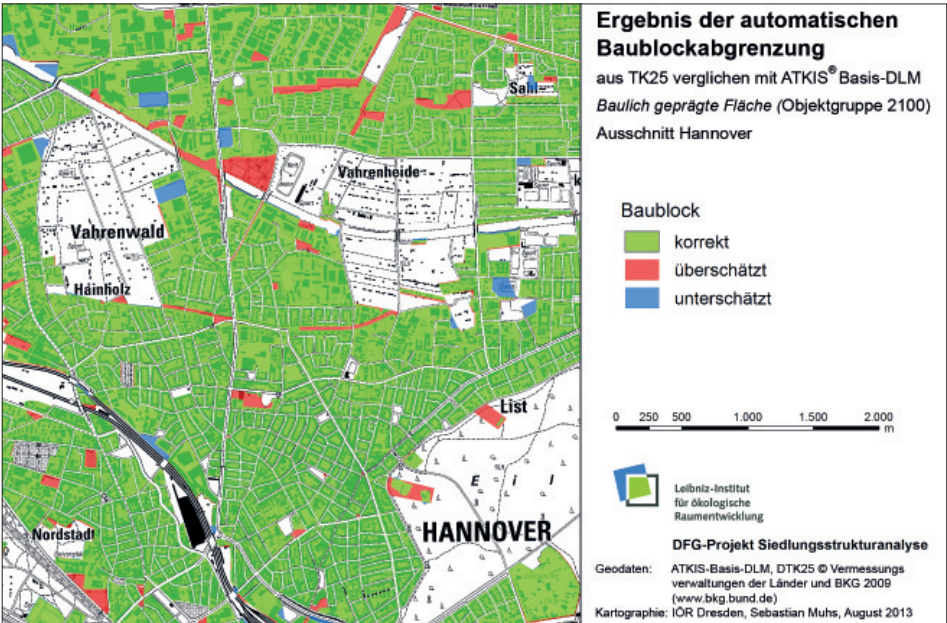


Abb. 5: Evaluierung des Ergebnisses der automatischen Baublockabgrenzung für einen Ausschnitt des UG Hannover (Quelle: siehe Karte)

5 Fazit

Das Verfahren zur Abgrenzung von Baublockflächen auf Basis der TK25 liefert gute Ergebnisse. Diese sind mit den auf Grundlage hochauflösender Fernerkundungsdaten erzielten Ergebnissen vergleichbar. Beispielsweise berichten Esch et al. (2010) von einer Abgrenzungsgenauigkeit von 0,94, die sie mit Radardaten des TerraSAR-X-Systems erreichten. Ob das hier vorgestellte Konzept und die entwickelte Methodik einen Beitrag zu einer hochaufgelösten Analyse der vergangenen Siedlungsflächenentwicklung leisten kann und eine Ergänzung zur amtlichen Flächenstatistik darstellt, müssen weitere Untersuchungen und Analysen zeigen.

6 Danksagung

Die hier vorgestellte Arbeit wird durch die DFG gefördert (ME 1592/3-1, ME 1592/32), wofür sich die Autoren recht herzlich bedanken möchten. Die zum Testen der entwickelten Methodik genutzten Daten wurden dankenswerterweise durch das BKG bereitgestellt.

7 Literatur

- AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2003): ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM: Version 3.2. www.adv-online.de/AdV-Produkte/Landschafts-und-Gelaendemodelle/Downloadbereich-DLM/binarywriterservlet?imgUid=ed670c94-62f8-1ffb-8f3350376a112976&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111 (Zugriff: 06.12.2011).
- Conzen, M. (1960): Alnwick, Northumberland: A Study in Town-Plan Analysis. Transactions and Papers. Institute of British Geographers 27/1960, London.
- Esch, T.; Thiel, M.; Schenk, A.; Roth, A.; Muller, A.; Dech, S. (2010): Delineation of Urban Footprints From TerraSAR-X Data by Analyzing Speckle Characteristics and Intensity Information. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 48(2)/2010, 905-916.
- Herold, M.; Couclelis, H.; Clarke, K. (2005): The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. Computers, Environment and Urban Systems 29(4)/2005, 369-399.
- Jaeger, J.; Bertiller, R.; Schwick, C.; Cavens, D.; Kienast, F. (2010): Urban permeation of landscapes and sprawl per capita: New measures of urban sprawl. Ecological Indicators 10(2)/2010, 427-441.
- Luft, H.; Bender, G. (1998): Fachwörterbuch, Benennungen und Definitionen im deutschen Vermessungswesen mit englischen und französischen Äquivalenten: Stadtplanung, Raumordnung. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie.

- Meinel, G.; Hecht, R.; Herold, H. (2009): Analyzing building stock using topographic maps and GIS. *Building Research & Information* 37(5-6)/2009, 468-482.
- Meinel, G.; Herold, H.; Hecht, R. (2007): Gebäudebasierte, vollautomatische Erhebung und Analyse der Siedlungsstruktur – Grundlage für ein Monitoring und die Bewertung der Siedlungsstruktur. In: Schenk, M.; Popovich, V.; Benedikt, J. (Hrsg.): REAL CORP 2007, May 20-23, 2007, Vienna. *Proceedings*. Wien, 815-824.
- Meinel, G.; Knop, M.; Hecht, R. (2008): Qualitätsaspekte und Verfügbarkeit digitaler Geobasisdaten in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung des ATKIS® Basis-DLM und der DTK25(-V). *Photogrammetrie – Fernerkundung – Geoinformation* 1/2008, 29-40.
- Muhs, S.; Meinel, G.; Burghardt, D. (2012): Konzept und Ergebnisse einer automatisierten Baublockabgrenzung aus topographischen Kartenwerken. *Kartographische Nachrichten* 62(3)/2012, 145-150.
- Wolfram, M. (2011): Nutzung von Geoinformation in der Stadtplanung: Stand und Perspektiven – Ergebnisse einer Online-Befragung unter deutschen Groß- und Mittelstädten. *Endbericht*, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, IÖR Texte 163, Dresden.

Deutschlandweite Analyseergebnisse

Raumanalyse mit Steuerdaten – von Pendlerströmen bis zur Religionszugehörigkeit

Stefan Dittrich

Zusammenfassung

Die Statistischen Ämter des Bundes und der Länder erarbeiten zurzeit erstmals eine kartographische Darstellung bundesweiter Ergebnisse der Steuerstatistiken. Durch diese Darstellungsform sollen regionale Besonderheiten anhand der Steuerstatistiken veranschaulicht werden.

Aufgrund ihrer Datenvielfalt bietet insbesondere die Lohn- und Einkommensteuerstatistik umfangreiche kartographische Analysemöglichkeiten. Hierbei können neben rein steuerlichen Betrachtungen auch Untersuchungen über die Einkommensverteilung durchgeführt werden. Für das Berichtsjahr 2007 können zu 26,4 Millionen Steuerpflichtigen mit einer Einkommensteuerveranlagung und 12,3 Millionen Lohnsteuerpflichtigen mit Angaben über das ELSTER-Verfahren Angaben zu deren Einkünften gemacht werden.

Für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler besteht die Möglichkeit, über die Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder auf verschiedenen Wegen mit Einzeldaten der Steuerstatistiken zu arbeiten.

1 Einführung

Steuern sind die wichtigste Einnahmequelle von Bund, Ländern und Gemeinden. Anders als bspw. Gebühren und Beiträge sind Steuern an keine direkte Gegenleistung geknüpft. Sie dienen vielmehr zur Finanzierung des allgemeinen finanziellen Bedarfs des Staates, z. B. für die Bereitstellung von Bildungseinrichtungen und öffentlicher Infrastruktur, für soziale Absicherung sowie innere und äußere Sicherheit. Steuern sind auf der anderen Seite eine bedeutende finanzielle Belastung für die Steuerzahler – für die Bürgerinnen und Bürger ebenso wie für die Unternehmen. Daher ergeben sich zwangsläufig Fragen wie „Wer zahlt wie viel Einkommensteuer?“ oder „Wer profitiert von der Pendlerpauschale?“. Die Schwierigkeit bei der Beantwortung solcher Fragen ergibt sich insbesondere aus der Komplexität des Steuerrechts. Diese Komplexität ist letztlich eine Folge des Spannungsfeldes zwischen Lenkungsfunktion, Umverteilungszielen, Gerechtigkeitsaspekten und einer Ausgestaltung des Rechtssystems, die eine Steuerhinterziehung soweit wie möglich verhindern soll.

Zur Beurteilung der Struktur und Wirkungsweise der Steuern hat der Gesetzgeber für die wichtigsten Steuern, bspw. die Einkommensteuer, die Umsatzsteuer und die Gewerbesteuer Bundesstatistiken angeordnet (Steuerstatistikgesetz – StStatG). Für die

Steuerstatistiken werden Daten ausgewertet, die im Rahmen des Besteuerungsverfahrens bei der Finanzverwaltung anfallen. Zu diesen Daten zählen eine Vielzahl der von den Steuerpflichtigen auf ihren Meldebögen gemachten Angaben, berechnete Ergebnisse der Finanzverwaltung sowie einzelne beschreibende Merkmale der Steuerpflichtigen, wie der Wirtschaftszweig bei Unternehmen oder das Alter bei Personen.

Die Statistischen Ämter des Bundes und der Länder bereiten zurzeit eine Veröffentlichung bundesweiter Ergebnisse der Steuerstatistiken in kartographischer Form vor. Durch diese Darstellungsform sollen regionale Besonderheiten veranschaulicht werden, die durch die traditionelle Auswertung in Form von Tabellen nur schwer darstellbar sind. Die ausgewählten Themen präsentieren exemplarisch die Bandbreite der Steuerstatistiken. Im Folgenden werden einige Ergebnisse für die Lohn- und Einkommensteuerstatistik dargestellt.

2 Methodische Hinweise

Die Aktualität der Steuerstatistiken wird maßgeblich von den gesetzlich zugestandenen Fristen zur Abgabe der Steuererklärungen sowie der Bearbeitungsdauer bei der Finanzverwaltung beeinflusst. Um eine möglichst vollständige Abbildung eines Veranlagungsjahres auch unter Berücksichtigung von Einsprüchen und Neufestsetzungen zu gewährleisten, werden die letzten Daten erst drei Jahre nach Ende eines Veranlagungsjahres von der Finanzverwaltung an die Statistischen Ämter der Länder übermittelt. Zudem werden die meisten Steuerstatistiken bisher nur im dreijährigen Turnus durchgeführt. Die aktuellsten Ergebnisse der Lohn- und Einkommensteuerstatistik beziehen sich auf das Veranlagungsjahr 2007. Ab dem Berichtsjahr 2012 wird die Lohn- und Einkommensteuerstatistik im jährlichen Turnus aufbereitet werden.

Die kleinste anhand der Steuerstatistiken darstellbare regionale Einheit ist die Gemeindeebene. Dadurch werden in Bundesländern mit einer Vielzahl kleiner Gemeinden wie Rheinland-Pfalz oder Schleswig-Holstein deutlich stärker differenziertere Flächen in Karten dargestellt als in Nordrhein-Westfalen oder den Stadtstaaten. Die Daten wurden auf den Gebietsstand 31.12.2010 fortgeschrieben.

Weißer Flächen in den Karten stellen Gebiete ohne Angaben (z. B. gemeindefreie Gebiete) bzw. Gemeinden, für die das Ergebnis aus Datenschutzgründen unterdrückt werden muss, dar.

3 Lohn- und Einkommensteuerstatistik

Die Einkommensteuer besteuert das Einkommen von natürlichen Personen (Einzelpersonen und Mitunternehmer von Personengesellschaften). Grundsätzlich wird das gesamte Einkommen am Wohnort des Steuerpflichtigen besteuert. Steuerpflichtig

sind Personen mit Wohnsitz oder gewöhnlichem Aufenthalt im Inland sowie alle Personen, die im Inland Einkünfte erzielen. Neben der Umsatzsteuer ist die Einkommensteuer mit ihren unterschiedlichen Erhebungsformen (Lohnsteuer, Abgeltungsteuer) die aufkommensstärkste Steuerart in Deutschland. Das öffentliche Interesse an dieser Steuerart ergibt sich darüber hinaus durch die zahlreichen Sondertatbestände, mit denen Gerechtigkeitsaspekte und die Umverteilung von Einkommen erreicht werden sollen (z. B. Ehegattensplitting, Abziehbarkeit von Vorsorgeaufwendungen oder von Spenden und Mitgliedsbeiträgen).

Die Lohn- und Einkommensteuerstatistik basiert auf zwei Datenbeständen: den bei der Einkommensteuerveranlagung anfallenden Daten und den Angaben der elektronischen Lohnsteuerbescheinigungen der Steuerpflichtigen mit Einkünften aus nichtselbständiger Arbeit, bei denen keine Veranlagung zur Einkommensteuer durchgeführt wurde (ELSTER-Lohn-Daten, frühere Lohnsteuerbescheinigungen). Für das Berichtsjahr 2007 können dadurch bei 26,4 Millionen Steuerpflichtigen mit Einkommensteuerveranlagung und bei 12,3 Millionen nicht veranlagten Lohnsteuerpflichtigen Angaben zu den Einkünften gemacht werden. Da im Splittingfall ein Steuerpflichtiger für zwei Personen steht, beziehen sich die Daten auf ca. 51 Millionen Personen sowie deren steuerlich berücksichtigte Kinder. Zu den Steuerpflichtigen liegen neben den ca. 1 000 verschiedenen, unterschiedlich besetzten Merkmalen des Besteuerungsprozesses auch einige demographische Merkmale wie das Alter oder das Geschlecht vor.

Aufgrund ihrer Datenvielfalt bietet die Lohn- und Einkommensteuerstatistik umfangreiche Analysemöglichkeiten. Hierbei können neben rein steuerlichen Betrachtungen auch Untersuchungen über die Einkommensverteilung durchgeführt werden. Besonders die Bezieher hoher und höchster Einkommen sind in keiner anderen statistischen Quelle so genau erfasst, wie in der Lohn- und Einkommensteuerstatistik. Bei Analysen muss allerdings beachtet werden, dass die Einkommensbegriffe auf dem Steuerrecht basieren. Daher sind die Merkmale nicht ohne weiteres mit denen aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) oder anderen statistischen Erhebungen vergleichbar (Schwahn 2012, S. 833ff). Eine weitere Unterscheidung zu anderen Datenquellen stellt die personelle Abgrenzung dar. In der Lohn- und Einkommensteuerstatistik werden Steuerpflichtige abgebildet. Bei einer gemeinsamen Veranlagung von Ehepaaren besteht ein Steuerpflichtiger aus zwei Personen. Nicht alle Merkmale können für die Ehepartner getrennt ausgewertet werden. Die Verteilung der Summe der Einkünfte ist daher keine Verteilung der Individualeinkommen, bildet aber auch lediglich eine Approximation für die Verteilung der Haushaltseinkommen, da innerhalb eines Haushalts mehrere Steuerpflichtige leben können. Bei der Darstellung von individuell in der Steuererklärung angegebenen Merkmalen wie dem Bruttolohn können Personen (Steuerfälle) statt Steuerpflichtigen ausgewertet werden.

4 Beispiele kartographischer Darstellung

4.1 Steuerpflichtige und deren Einkünfte

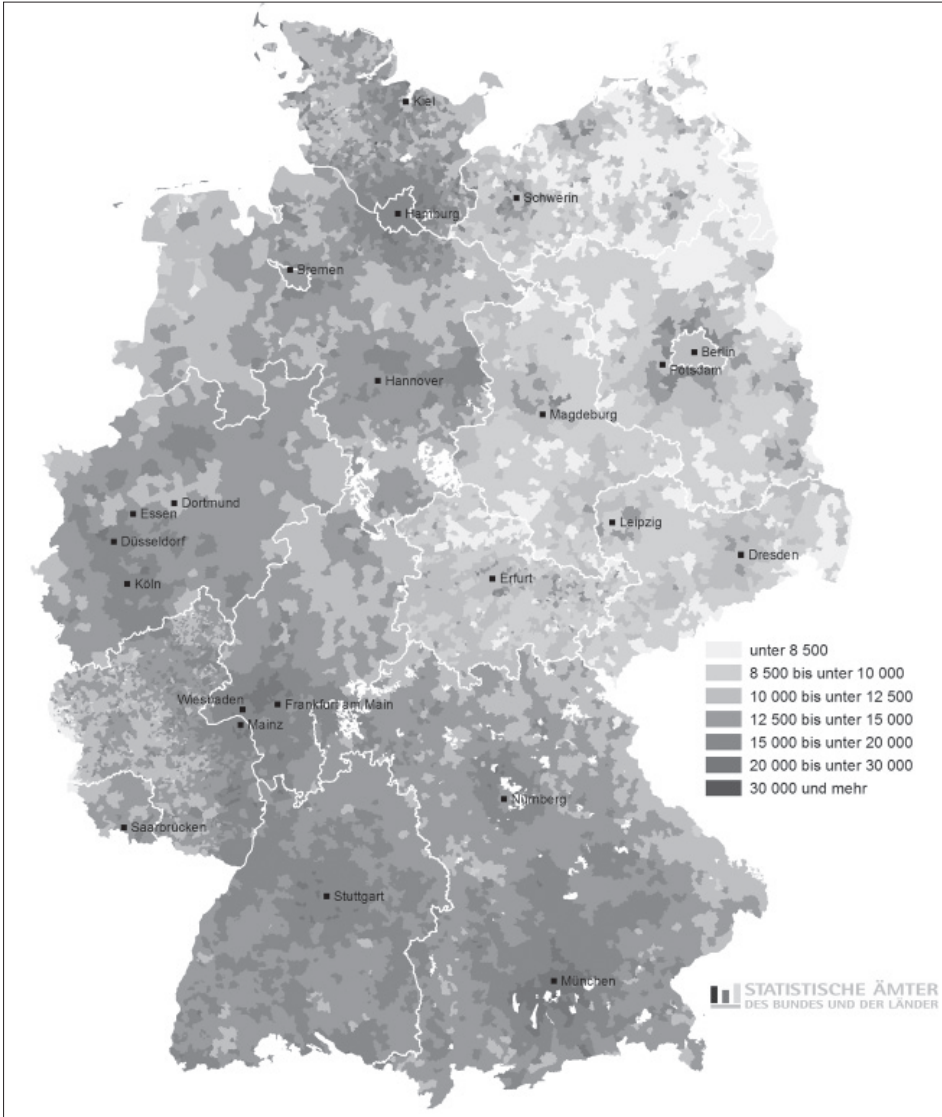


Abb. 1: Durchschnittlicher Gesamtbetrag der Einkünfte je Einwohner auf Gemeindeebene in Euro, Deutschland 2007 (Verwaltungsgrenzen: © GeoBasis-DE/BKG 2010, Quellen: Lohn- und Einkommensteuerstatistik 2007, Statistische Ämter des Bundes und der Länder)

Abbildung 1 zeigt den für jede Gemeinde in Deutschland ermittelten durchschnittlichen Gesamtbetrag der Einkünfte je Steuerpflichtigem in sieben unterschiedlichen Klassen. (Zur Wahrung des Datenschutzes wurden das oberste und das unterste Perzentil der Steuerpflichtigen entfernt.) Die höchsten durchschnittlichen Einkünfte werden mit mehr als 30.000 Euro in einigen Gemeinden des Münchner und Frankfurter Umlands sowie in kleineren Gemeinden in Schleswig-Holstein erreicht. Insbesondere in den ländlichen Gebieten Mecklenburg-Vorpommerns und Sachsens liegt die durchschnittliche Summe der Einkünfte in vielen Gemeinden hingegen unter 8.500 Euro. Die Abbildung zeigt jedoch auch, dass Einkommensunterschiede nicht nur zwischen den alten und den neuen Bundesländern existieren, sondern dass auch innerhalb der einzelnen Bundesländer erhebliche Unterschiede bestehen. So liegen die durchschnittlichen Einkünfte in Teilen des Bayerischen Waldes oder Nordhessens bis zu 50 % niedriger als im Ballungsraum München bzw. dem Rhein-Main-Gebiet.

4.2 Konfession der Steuerfälle

Kirchensteuer erhebende Religionsgemeinschaften sind in Deutschland vorwiegend die beiden großen christlichen Kirchen. Aber auch andere Religionsgemeinschaften wie die jüdischen Gemeinden, die Alt-Katholische Kirche, freireligiöse Gemeinden oder die unitarische Religionsgemeinschaft haben das Recht, Kirchensteuer zu erheben und üben dies aus. Andere Religionsgemeinschaften, darunter orthodoxe Kirchen sowie buddhistische und muslimische Gemeinschaften erheben keine Kirchensteuer bzw. dürfen keine Kirchensteuer erheben. Anhänger dieser Glaubensrichtungen können daher nicht anhand der Einkommensteuerstatistik identifiziert, sondern nur gemeinsam mit den Konfessionslosen dargestellt werden.

Wie Abbildung 2 zeigt, überwiegt in den neuen Ländern die Anzahl der Konfessionslosen und der Mitglieder sonstiger Glaubensgemeinschaften jeweils die der Protestanten, Katholiken und Mitglieder anderer Kirchensteuer erhebender Gemeinschaften fast flächendeckend. Lediglich im Siedlungsgebiet der Sorben in der südlichen Lausitz sowie im Eichsfeld gibt es nennenswerte Gebiete mit überwiegend katholischen Steuerpflichtigen. Einige Gemeinden mit überwiegend evangelischen Steuerpflichtigen sind vor allem im Süden von Thüringen und Sachsen zu finden.

In den alten Ländern stellt sich die Situation hingegen umgekehrt dar. Bis auf die Ballungsräume an Rhein und Main sowie um Hamburg, Hannover, München, Stuttgart und Braunschweig überwiegt stets die Anzahl der Steuerpflichtigen, die einer der beiden großen Konfessionen angehören. Lediglich im niedersächsischen Grenzgebiet zu Mecklenburg-Vorpommern stellen weder Katholiken noch Protestanten die Mehrheit unter den steuerpflichtigen Personen. Dies ist in der Umgliederung des rechtselbischen Amtes Neuhaus nach Niedersachsen 1993 begründet. Gut erkennbar sind noch heute

die historischen Grenzen innerhalb der alten Länder. So zeichnen sich die überwiegend katholischen Regionen Emsland, Eifel, Pfalz und Baden deutlich von ihrer Umgebung ab, während die überwiegend protestantischen Gebiete Württemberg und Teile von Franken und des Ruhrgebiets ebenfalls gut sichtbar abgegrenzt sind.

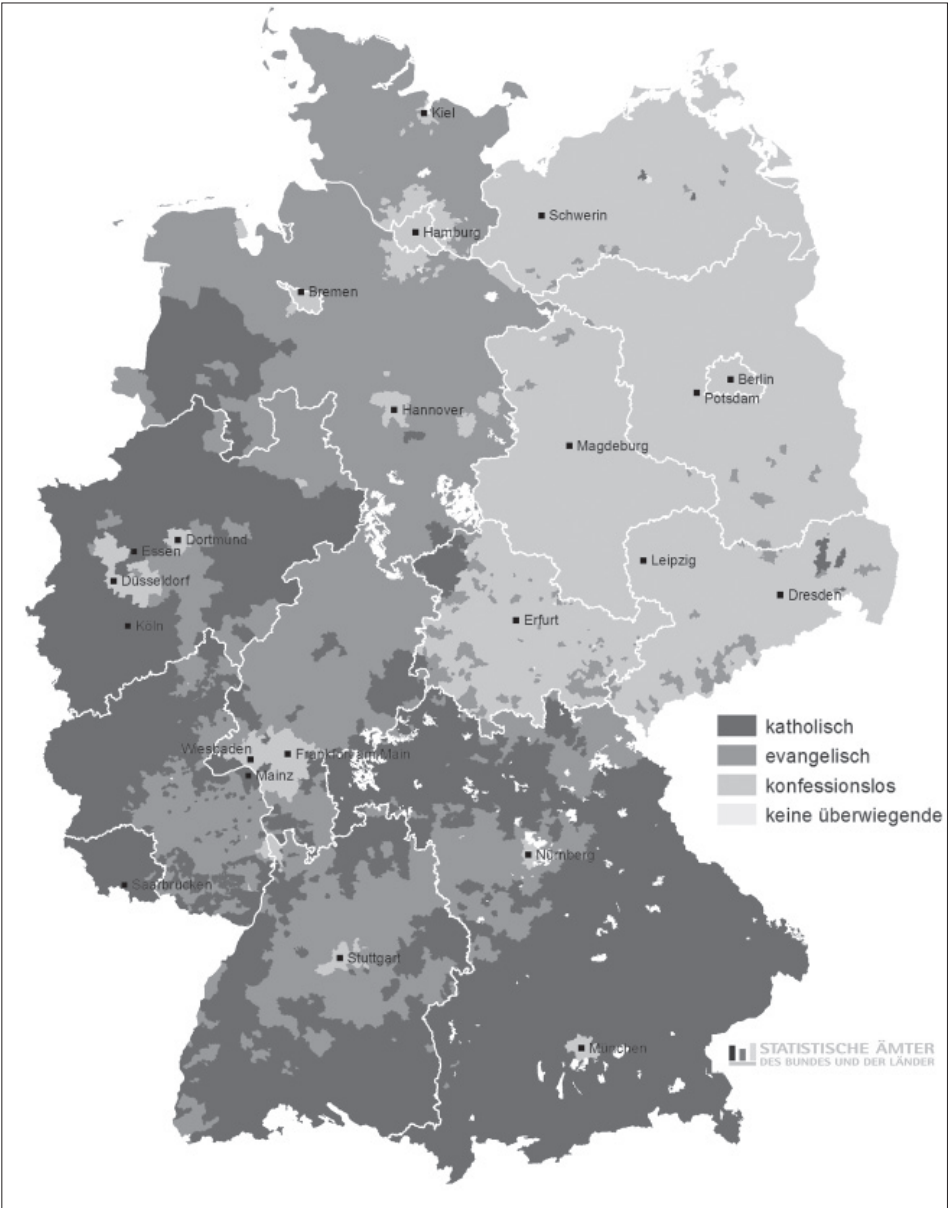


Abb. 2: Überwiegende Konfession der Steuerfälle auf Gemeindeebene in Deutschland 2007 (Verwaltungsgrenzen: © GeoBasis-DE/BKG 2010, Quellen: Lohn- und Einkommensteuerstatistik 2007, Statistische Ämter des Bundes und der Länder)

5 Datenzugang

Für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler besteht die Möglichkeit, über die Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder im Rahmen der zur Wahrung des Datenschutzes erforderlichen Grenzen auch mit den Einzeldaten der Steuerstatistiken zu arbeiten. Erfahrungen mit kartographischen Auswertungen der Steuerstatistiken durch Nutzer liegen bisher nicht vor. Daher müssen mit den Interessenten methodisch und organisatorisch neue Wege gegangen werden.

6 Fazit

Die Statistischen Ämter des Bundes und der Länder bereiten zurzeit eine Veröffentlichung von Ergebnissen der Steuerstatistiken in kartographischer Form vor. Diese Veröffentlichung soll die Möglichkeiten zu Regionaluntersuchungen exemplarisch aufzeigen. Als Sekundärstatistiken auf Grundlage der Voranmeldungs- und Veranlagungsverfahren in der Finanzverwaltung haben die Steuerstatistiken eine hohe Qualität und bilden zahlreiche Fragestellungen in einem Umfang ab, der durch Primärstatistiken nur schwer zu realisieren wäre. Bei Auswertungen der Steuerstatistiken sind die auf dem Steuerrecht basierenden Abgrenzungen und Definitionen zu beachten. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern stehen die Daten für Auswertungen über verschiedene Zugangswege in den Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder zur Verfügung.

7 Literatur

Schwahn, F.; Schwarz, N. (2012): Einkommensverteilung als Baustein der Wohlfahrtsmessung. In: *Wirtschaft und Statistik* 10/2012, 829-842.

StStatG – Gesetz über Steuerstatistiken vom 11.11.1995 (BGBl. I S. 1250), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 7.12.2011 (BGBl. I S. 2592).

Analyseergebnisse zum Gebäudebestand in Deutschland auf der Grundlage von Geobasisdaten

Martin Behnisch, Ulrike Hagemann, Gotthard Meinel

Zusammenfassung

Seit 2010 werden die Geobasisprodukte „Amtliche Hausumringe“ und „Amtliche Hauskoordinaten“ (auch georeferenzierte Adressdaten genannt) – geometrische Teilauszüge der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) – von der Zentralen Stelle für Hauskoordinaten, Hausumringe und 3D-Gebäudemodelle (ZSHH) der Bezirksregierung Köln für länderübergreifende oder bundesweite Untersuchungen angeboten. Erstmals sind dadurch umfassendere Untersuchungen zum deutschen Gebäudebestand möglich und Ausdifferenzierungen nach Menge, geometrischer Eigenschaften (u. a. Gebäudetyp) sowie seiner Nutzung durchführbar. Das Analysepotenzial ist aber noch weitaus größer, da sowohl auf administrativer Ebene als auch auf Rasterebene räumliche Muster für unterschiedliche thematische Fragestellungen abbildbar werden. Das raumbezogene Informationsinstrument Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) ist eine wissenschaftliche Dienstleistung des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung und stellt seit 2012 auch Gebäudeindikatoren auf Grundlage dieser Katasterdaten bereit. In diesem Beitrag werden dazu erste Arbeitsergebnisse vorgestellt.

1 Einführung

Eine präzise Kenntnis der Bestandsmengen und dazugehörigen räumlichen Eigenschaften ist im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung des deutschen Gebäudebestandes von großer Bedeutung und gesamtgesellschaftlicher Relevanz (Deutscher Bundestag 1998; Behnisch, Meinel 2011; Hassler 2011). In Verbindung mit den Hausumringen (Gebäudegrundrisse) als Produkt der amtlichen Vermessung zeichnen sich in jüngster Zeit neue Möglichkeiten ab, um den Gebäudebestand flächendeckend und räumlich hoch aufgelöst abzubilden (Behnisch, Meinel 2011; Behnisch et al. 2012; Behnisch et al. 2013) sowie in zeitlichen Intervallen einem Monitoring zu unterziehen. Ziel dieses Beitrages ist es, auf Grundlage der neu verfügbaren Daten den deutschen Gebäudebestand in seiner räumlichen Verteilung und in seinem Mengengerüst zu spezifizieren. Vorgestellt werden gebäudebasierte Indikatoren des IÖR-Monitors (vgl. auch Beitrag Meinel et al. in diesem Band), die anhand von statistischen Kennzahlen und Kartierungen beschrieben werden. Ergänzt werden diese Betrachtungen durch Analysen nach Stadt- und Gemeindetyp, aufbereitet als Stapel- und Streudiagramm.

2 Indikatoren zur Beschreibung des Gebäudebestandes

Das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) beschäftigt sich seit geraumer Zeit mit der Aufarbeitung, Analyse und indikatorbasierten Bereitstellung raumforschungs- und planungsrelevanter Daten. Die Geodaten zur Siedlungs- und Freiraumentwicklung werden in Karten- und Tabellenform im Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (www.ioer-monitor.de) öffentlich zur Verfügung gestellt. Der IÖR-Monitor informiert seit 2010 über die Flächennutzungsstruktur und -entwicklung in Deutschland und befindet sich in kontinuierlicher Weiterentwicklung.

Es zeichnen sich auf dieser Grundlage auch neue Ansätze zur Erforschung der funktionalen und strukturellen Ausprägung komplexer Veränderungen der Flächennutzungsstrukturen ab. Die Analysen können in größerer thematischer Vielfalt sowie größerer räumlicher Auflösung und zum Teil auch im zeitlichen Längsschnitt erfolgen. Diese Analysen sind von Relevanz, da wirksamere Strategien und Instrumente gegen ein weiteres Voranschreiten der Flächeninanspruchnahme nicht entwickelt werden können, solange dessen Ursachen nicht grundsätzlich verstanden sind. In zahlreichen Beiträgen der Dresdner Flächennutzungssymposien wurde vor diesem Hintergrund bereits über spezifische Indikatoren, technische Details und Analyseergebnisse berichtet.

Nachfolgend werden gebäudebasierte Indikatoren vorgestellt, die erst seit kurzem im IÖR-Monitor verfügbar sind (Zeitschnitt 2010). Der Gebäudebestand wird mithilfe der Indikatoren hinsichtlich seiner Nutzung (z. B. Wohngebäude) und seiner morphologischen Gebäudeeigenschaften (z. B. Einzel-, Doppel-, Reihenhauser) differenziert dargestellt. Als Gebäude wird jedes Haus gezählt, dessen Grundfläche größer als 10 m² ist und welches keine Bebauung im Gartenland oder Kleingarten darstellt. Bei Gebäudereihung (z. B. Gebäudeverbände wie Reihenhäuser, Zeilenbebauung) wird, wie in der Statistik, jeder Eingang mit eigener Adresse (Hauskoordinate) als einzelnes Gebäude gezählt (Burckhardt 2012; Meinel et al. 2012). Tabelle 1 gibt einen Überblick der Indikatoren des Jahres 2010, die den Gesamtbestand im IÖR-Monitor genauer spezifizieren. Es handelt sich um vier Dichteindikatoren (I-1 bis I-4) und vier Indikatoren (I-5 bis I-8), die auf die gebäudeüberbaute Fläche Bezug nehmen. Darüber hinaus wird die Gebäudegrundfläche pro Einwohner (I-9) quantifiziert. In der Tabelle werden für jeden Indikator neben einer Beschreibung der Messvorschrift auch statistische Kennwerte (Minimum, arithmetisches Mittel, Median, Maximum) ausgewiesen, die sich auf die 412 Kreise (111 Stadt- und 301 Landkreise) sowie Deutschland insgesamt beziehen. Exemplarisch werden drei Indikatoren in diesem Beitrag (in Tab. 1 grau hinterlegt) anhand ihrer statistischen Ausprägungen ausführlicher beschrieben sowie durch Kartendarstellung räumlich charakterisiert (Abb.1 bis Abb.3). Der Flächenbezug zur Siedlungsfläche bzw. zur baulich geprägten Siedlungsfläche (ohne Siedlungsfreiflächen wie Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen) wird durch das ATKIS Basis-DLM hergestellt.

Tab. 1: Ausgewählte Indikatoren zum Gebäudebestand im IÖR-Monitor (die grau markierten Indikatoren werden nachfolgend genauer erläutert) (Quelle: eigene Bearbeitung)

Nr.	Indikator*	Beschreibung	Indikatorwert (2010)
I-1	Gebäudedichte in Gebietsfläche	Der Indikator beschreibt die Anzahl der Gebäude pro km ² Gebietsfläche.	Min: 18,9 (Uecker-Randow) Mittelwert: 157 Median: 89 (Rheingau-Taunus-Kreis) Max: 760,7 (Herne) Deutschland: 89
I-2	Gebäudedichte in Siedlungs- und Verkehrsfläche	Der Indikator beschreibt die Anzahl der Gebäude pro km ² Siedlungs- und Verkehrsfläche.	Min: 397,0 (Rügen) Mittelwert: 801 Median: 787 (Heinsberg) Max: 1 220,1 (Schwabach) Deutschland: 778
I-3	Gebäudedichte in Siedlungsfläche	Der Indikator beschreibt die Anzahl der Gebäude pro km ² Siedlungsfläche.	Min: 494,8 (Rügen) Mittelwert: 1 054 Median: 1 045 (Rosenheim, Land) Max: 1 614,2 (Esslingen) Deutschland: 1 020
I-4	Gebäudedichte in baulich geprägter Siedlungsfläche	Der Indikator beschreibt die Anzahl der Gebäude pro km ² baulich geprägter Siedlungsfläche.	Min: 561,8 (Rügen) Mittelwert: 1 159 Median: 1 155 (Bad Tölz-Wolfratshausen) Max: 1 747,6 (Esslingen) Deutschland: 1 125
I-5	Anteil gebäudeüberbauter Fläche an Gebietsfläche	Anteil der mit Gebäuden bebauten Fläche an der Gebietsfläche (Überbauungsgrad).	Min: 0,31 (Mecklenburg-Strelitz) Mittelwert: 2,8 Median: 1,6 (Ortenaukreis) Max: 12,54 (München, Stadt) Deutschland: 1,6
I-6	Anteil gebäudeüberbauter Fläche an Siedlungs- und Verkehrsfläche	Anteil der mit Gebäuden bebauten Fläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche.	Min: 6,59 (Rügen) Mittelwert: 14,1 Median: 14,0 (Rostock) Max: 20,73 (Offenbach am Main) Deutschland: 13,7
I-7	Anteil gebäudeüberbauter Fläche an Siedlungsfläche	Anteil der mit Gebäuden bebauten Fläche an der Siedlungsfläche.	Min: 8,20 (Rügen) Mittelwert: 18,4 Median: 18,6 (Coburg, Stadt) Max: 26,54 (Offenbach am Main) Deutschland: 17,9
I-8	Anteil gebäudeüberbauter Fläche an baulich geprägter Siedlungsfläche	Anteil der mit Gebäuden bebauten Fläche an der baulich geprägten Siedlungsfläche.	Min: 9,36 (Rügen) Mittelwert: 20,4 Median: 20,3 (Aichach-Friedberg) Max: 31,73 (Frankfurt am Main) Deutschland: 19,8
I-9	Gebäudegrundfläche pro Einwohner (EW)	Der Indikator beschreibt auf welcher Fläche (m ²) in einer Gebietseinheit Gebäude stehen – mit Bezug zur jeweiligen Einwohnerzahl.	Min: 26,85 (Berlin) Mittelwert: 77,5 Median: 75,2 (Waldshut) Max: 163,36 (Altmarkkreis Salzwedel) Deutschland: 68,3

* Datengrundlage: ATKIS Basis-DLM © GeoBasis-DE/BKG (2011); Hausumringe (HU), GAB © Geobasis-DE/Geobasis NRW und infas GEOdaten (2011)

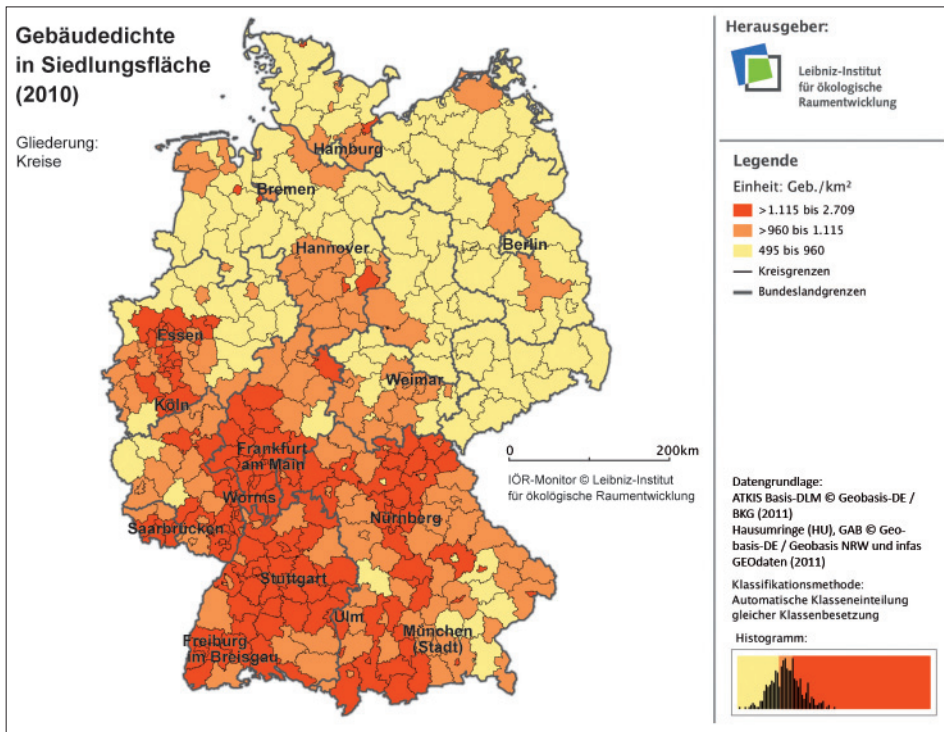


Abb. 1: Gebäudedichte in Siedlungsfläche auf Kreisebene 2010 (Quelle: IÖR-Monitor)

Die Gebäudedichte in der Siedlungsfläche (I-3) wird als aussagefähiger Indikator über die Auslastung der Fläche bzw. Gebäudekonzentration in einer Untersuchungseinheit verwendet. Der Kreis Rügen zeigt gemäß Tabelle 1 die geringste Dichte. Der Kreis Esslingen verfügt über die größte Dichte. Der zusätzlich ausgewiesene Median (auch Zentralwert) repräsentiert eine Messzahl, die die Verteilung des Indikators in zwei Hälften teilt, so dass auf jeder Seite 50 % der Fälle liegen. Der Median ist somit robuster gegen Ausreißer als der Mittelwert. Typischer Repräsentant dieser Ausprägung ist der Landkreis Rosenheim. Bezogen auf die gesamte Gebietsfläche des Bundesgebietes liegt der Dichtewert bei 1 125 Gebäuden pro km² (siehe Tab. 1).

Abbildung 1 zeigt eine klassifizierte Darstellung (gleiche Klassenbesetzung) der Wertausprägungen auf Kreisebene in Deutschland. Räumlich kann von einem kontrastierenden Bild der Dichtewerte gesprochen werden, welches sich zwischen den nordöstlichen und südwestdeutschen Regionen abzeichnet. Es lassen sich z. B. räumliche Cluster mit höheren Dichtewerten im Bereich von altindustriellen Standorten des Ruhr- und Saargebietes sowie insbesondere im süddeutschen Raum erkennen, d. h. vorrangig in weiten Teilen Baden-Württembergs und dem angrenzenden Rhein-Main-Gebiet sowie in verschiedenen Regionen Bayerns, wie z. B. in Franken, im Altmühltal, in Oberbayern und im Allgäu. Räumliche Cluster mit geringerer Gebäudedichte lassen sich nahezu

flächendeckend in den östlichen Bundesländern beobachten sowie in weiten Teilen Niedersachsens und Schleswig-Holsteins. Auffallend ist in diesem Zusammenhang, dass gerade die Dichte der Gebäude bezogen auf die Siedlungsfläche in Berlin (912 Geb./km²), Hamburg (909 Geb./km²) geringer ausfällt als in vielen süd- und westdeutschen Stadtkreisen – z. B. Wuppertal (1 166 Geb./km²), Bonn (1 287 Geb./km²), Heilbronn (1 353 Geb./km²), Darmstadt (1 190 Geb./km²), Neustadt an der Weinstraße (1 277 Geb./km²). Ostdeutsche Städte zeigen generell eine niedrigere Dichte. So belegt Stralsund als dichteste ostdeutsche Stadt hinsichtlich der Gebäudedichte in der Siedlungsfläche erst Rang 55 der 111 kreisfreien Städte mit 1 088 Geb./km². In diesem Kontext wäre ggf. zu prüfen, ob der Anteil des Siedlungsgrüns, der Anteil des mehrschossigen Wohnungsbaus sowie die Verteilung von Ein- und Zweifamilienhäusern Erklärungen liefern können.

Der Anteil gebäudeüberbauter Fläche an der baulich geprägten Siedlungsfläche (I-8) dokumentiert einen Indikator über den Grad der Bebauung. Der Bezug zur baulich geprägten Siedlungsfläche vermittelt im räumlichen Vergleich im Gegensatz zur „Gebietsfläche insgesamt“ bzw. der „Siedlungs- und Verkehrsfläche“ ein wesentlich besseres Verständnis vom Ausmaß der Überbebauung. Der Kreis Rügen weist den geringsten Anteilswert auf. Frankfurt am Main verfügt über den höchsten Anteilswert. Der Median liegt bei 20,3 %. Als Repräsentant dieser Ausprägung wäre der Landkreis Aichach-Friedberg zu nennen. Unter Berücksichtigung der Gesamtmenge von gebäudeüberbauter Flächen und baulich geprägter Siedlungsfläche wird ein Anteilswert von 19,8 % in Deutschland gemessen.

Abbildung 2 zeigt die klassifizierte Darstellung der Wertausprägungen mit drei Klassen, orientiert an der Klassenhäufigkeit. Auch bei diesem Indikator zeichnet sich ein räumliches Cluster mit geringeren Wertausprägungen ab, welches sich von Sachsen über Brandenburg und die Mecklenburgische Seenplatte hin zur Ost- und Nordseeküste erstreckt. In der Regel liegt hier der Anteilswert der gebäudeüberbauten Fläche an der baulich geprägten Siedlungsfläche zwischen 14 % und 17 %. Zu berücksichtigen ist diesbezüglich aber auch, dass viele Stadtkreise wie z. B. Berlin (23 %), Hamburg (22 %) und Dresden (21 %) sowie weitere Stadtkreise in Norddeutschland vom zuvor gezeichneten Bild der Gebäudedichte abweichen und höhere Wertausprägungen als das Umland zeigen. Räumliche Cluster mit höheren Wertausprägungen (>22 %) zeichnen sich im Raum der Agglomerationen Rhein-Ruhr, Rhein-Main, Rhein-Neckar sowie Stuttgart und Nürnberg/Fürth ab.

Die Gebäudegrundfläche pro Einwohner (I-9) wird als ein Indikator für die Flächeneffizienz verstanden. Neben der typischen Flächeninanspruchnahme für das Wohnen werden im Wert der Gebäudegrundfläche pro Gebietseinheit weitere Gebäudefunktionen wie z. B. Parken, Lagern, Handeln, Erholen berücksichtigt. Es lassen sich Aussagen darüber treffen, wie viel Gebäudegrundfläche jeder Einwohner (EW) einer gewählten Gebietseinheit ins-

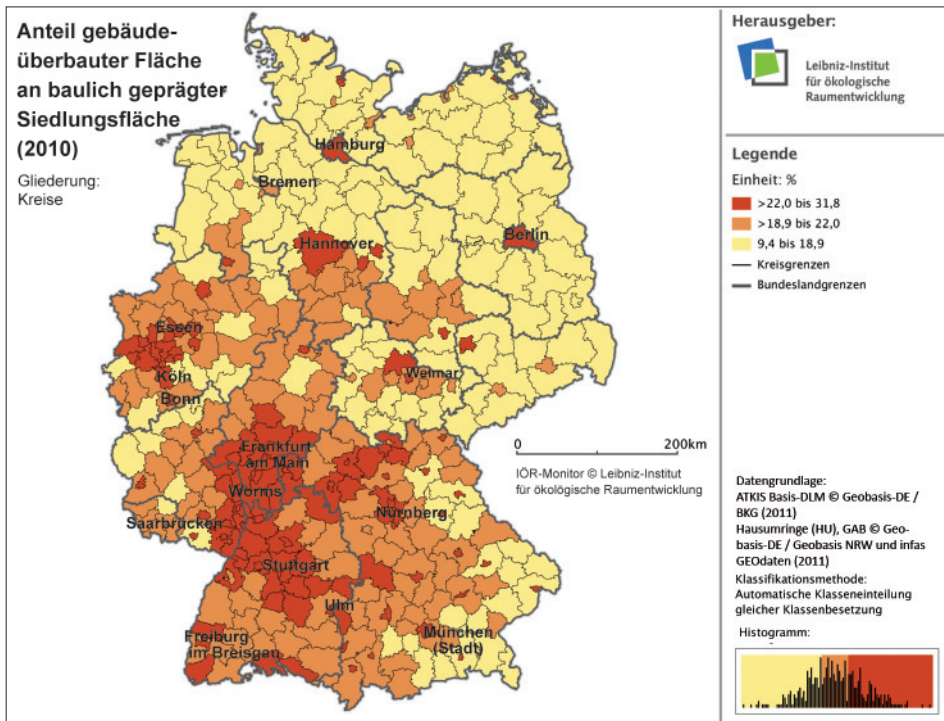


Abb. 2: Gebäudeüberbaute Fläche an baulich geprägter Siedlungsfläche auf Kreisebene 2010 (Quelle: IÖR-Monitor)

gesamt belegt. Der Kreis Berlin zeigt die geringste Gebäudegrundfläche pro Einwohner und der Altmarktkreis Salzwedel die höchste Gebäudegrundfläche pro Einwohner. Der Median bei 75,2 m² wird vom Kreis Waldshut repräsentiert. Unter Berücksichtigung der gesamtdeutschen Gebäudegrundfläche und Einwohnerzahl beläuft sich der Wert auf 68,3 m² Gebäudegrundfläche pro Einwohner in Deutschland.

Abbildung 3 verdeutlicht die charakteristischen Wertausprägungen der 412 Kreise in Deutschland. Wieder werden die Daten in der zuvor beschriebenen klassifizierten Darstellungsform mit drei Klassen abgebildet. Es deutet sich ein hohes Maß an Disparitäten innerhalb der Wertausprägungen des Indikators „Gebäudegrundfläche pro Einwohner“ an. Über besonders hohe Wertausprägungen verfügen sehr periphere, ländliche Kreise: z. B. Lüchow-Dannenberg (146,9 m²), Elbe-Elster (138,3 m²/EW), Cham (130 m²/EW), Eifelkreis Bitburg-Prüm (122,4 m²/EW), Börde (118,8 m²/EW), Nordvorpommern (115,7 m²/EW) und Nordfriesland (112,7 m²/EW). Eine hohe Flächeninanspruchnahme für Gebäude steht hier vermutlich in Zusammenhang mit einer niedrigen Bevölkerungs- und Beschäftigtendichte sowie einem geringen Anteil von mehrgeschossigen Gebäuden. Schwerpunkte einer einwohnerintensiven Flächennutzung finden sich erwartungsgemäß in den Stadtkreisen bzw. im Raum der Agglomerationen Rhein-Main, Rhein-

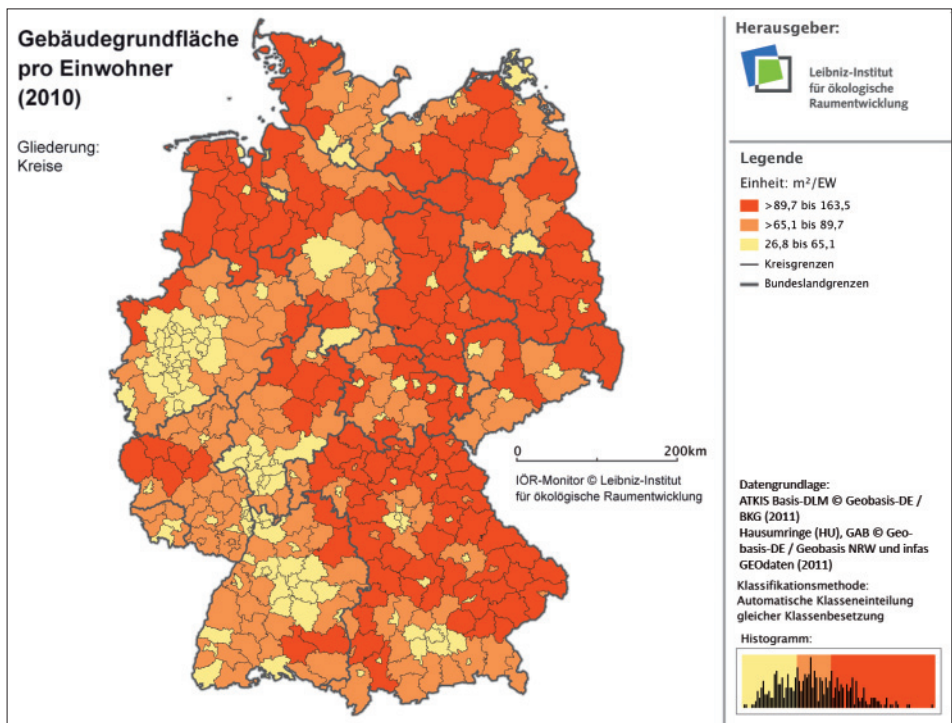


Abb. 3: Gebäudegrundfläche pro Einwohner auf Kreisebene 2010 (Quelle: IÖR-Monitor)

Ruhr, Rhein-Neckar sowie Stuttgart, München und Nürnberg. Beispiele für eine hohe Gebäudenutzungsichte sind die Stadtkreise München (28,8 m²/EW), Stuttgart (33,6 m²/EW), Jena (35,7 m²/EW), Frankfurt am Main (36,8 m²/EW), Dresden (37,7 m²/EW), Hamburg (38,7 m²/EW), Köln (39,8 m²/EW) sowie Halle/Saale (41 m²/EW).

Neben den in Tabelle 1 aufgeführten neun Indikatoren zum gesamten Gebäudebestand sind weitere Indikatoren zum Wohngebäudebestand verfügbar. Berechnet wurden im IÖR-Monitor der Wohngebäudeanteil am Gesamtgebäudebestand sowie diverse Dichteindikatoren. Als Wohngebäude gelten Gebäude mit mindestens einer Hausadresse, die innerhalb von ATKIS Basis-DLM-Flächen des Wohnbaus oder der Mischnutzung stehen.

3 Gebäudebestand nach Stadt- und Gemeindetypen sowie Einwohnerzahl

In Ergänzung der räumlichen Charakterisierung der gebäudebasierten Indikatorwertausprägungen auf Ebene der Kreise in Deutschland wird eine vertiefende Sichtung des Gebäudebestandes auf Ebene der Gemeinden im Jahr 2010 vorgenom-

men. Das Ziel besteht darin, die Stadt- und Gemeindetypen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR 2012) hinsichtlich ausgewählter gebäudebasierter Indikatoren einem Vergleich zu unterziehen. Darüber hinaus wird untersucht, welcher Zusammenhang zwischen der Einwohnerzahl und der Gebäudeanzahl einer Gemeinde besteht.

Abbildung 4 vermittelt einen Überblick zur Verteilung von Einwohnern, Gebietsflächen und Gebäuden (u. a. Hauptgebäude, Nebengebäude, Einzelhaus, Doppelhaus, gereihtes Haus) auf die Stadt- und Gemeindetypen. Es ergeben sich ähnliche Verteilungsmuster für die Gebäudeanzahl und die Gebäudegrundfläche. Auf die Groß- und Mittelstädte entfallen erwartungsgemäß sowohl die meisten Einwohner (ca. 60 %) als auch die meisten Gebäude (ca. 43 %). Hinsichtlich der Gebäudeanordnung befinden sich mehr als ein Drittel der Einzelhäuser, mehr als die Hälfte der Doppelhäuser sowie ca. drei Viertel der gereihten Gebäude in Groß- und Mittelstädten.

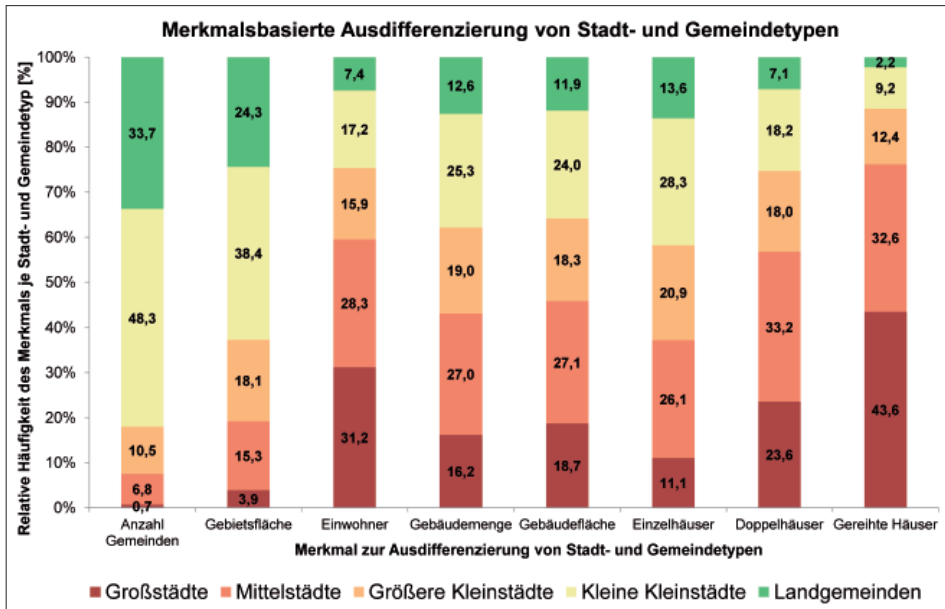


Abb. 4: Anzahl Gemeinden, Gebietsfläche, Einwohner und Gebäudedaten gegliedert nach BBSR-Stadt- und Gemeindetypen (Quelle: eigene Bearbeitung; Geometrische Grundlage: © GeoBasis-DE/BKG 2011, Gebietsstand 31.12.2010)

Abbildung 5 bestätigt einen log-linearen Zusammenhang zwischen der Einwohnerzahl und der Gebäudeanzahl. Es lassen sich darauf aufbauend Unterschiede hinsichtlich der Einwohnerzahl und der Gebäudemenge von Gemeinden ablesen. Punkte oberhalb der Diagonalen deuten an, dass eine Gemeinde über weniger Einwohner als Gebäude verfügt. Punkte unterhalb der Diagonalen repräsentieren Gemeinden, welche über mehr Einwohner als Gebäude verfügen. Dabei handelt es sich beispielsweise um

Gemeinden mit mehr als 100 000 Einwohnern. Unter Berücksichtigung des log-linearen Zusammenhanges bieten sich nun Möglichkeiten, bereits bestehende Schätzmodelle in ihrer Qualität zu optimieren. Bisherige Schätzansätze konnten nur mit Teilmengen eine Hochrechnung auf den deutschen Gesamtbestand vornehmen (Behnisch/Ultsch 2009). Durch die Vollerhebung lassen sich nun neue Schätzgleichungen aufstellen.

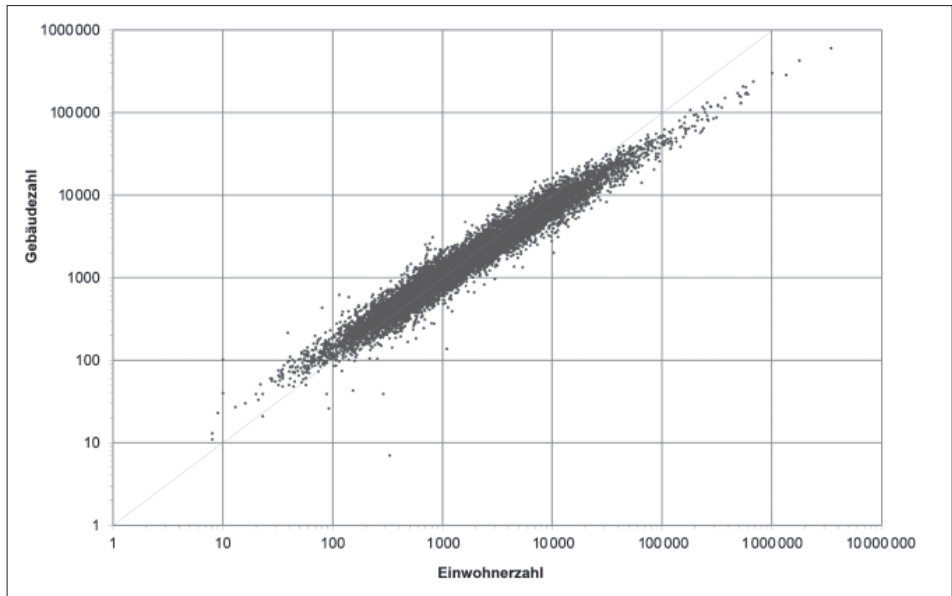


Abb. 5: Log-linearer Zusammenhang zwischen Einwohnerzahl und Gebäudeanzahl in den Gemeinden Deutschlands im Jahr 2010 (Quelle: eigene Bearbeitung; Geometrische Grundlage: © GeoBasis-DE/BKG 2011, Gebietsstand 31.12.2010)

4 Fazit

Amtliche Statistiken weisen grundlegende Angaben zu Wohngebäuden, öffentlichen Gebäuden und dem Denkmalbestand aus, der Bereich der Nichtwohngebäude ist allerdings in Deutschland nur sehr lückenhaft abgedeckt. Nach wie vor gibt es zu wenig abgestimmte und zielgerichtete Forschungsaktivitäten zur Untersuchung des deutschen Gesamtgebäudebestandes. Obwohl es in der Vergangenheit durchaus eine Reihe von Aktivitäten gab den Gebäudebestand genauer zu beschreiben, war die Datenerfassung kompliziert, aufwändig und kostenintensiv. Es handelte sich daher entweder um Fallstudien bzw. Projekte, deren Raumbezug sehr begrenzt war oder um Schätzverfahren (siehe dazu vertiefend in Behnisch, Meinel 2011). In jüngster Zeit bieten gebäudebasierte Geobasisdaten nicht nur neue und vielversprechende Möglichkeiten zur Quantifizierung des Gesamtbestandes, sondern auch Möglichkeiten zur deutschlandweiten Berechnung von bisher nicht verfügbaren gebäudebasierten Indikatoren.

Vor diesem Hintergrund bestand das Ziel dieses Beitrages darin, die im IÖR-Monitor kürzlich veröffentlichten gebäudebasierten Indikatoren erstmals vorzustellen und auf Basis von statistischen Messgrößen und Kartierungen zu beschreiben. Als Ergebnis ist festzuhalten, dass die Gebäudedichte und der Anteil gebäudeüberbauter Fläche an der baulich geprägten Siedlungsfläche spezifische räumliche Clusterungen aufweisen, welche sich vor allem deutlich im Nordosten und Südwesten Deutschlands zeigen. Zum anderen weist die Gebäudegrundfläche pro Einwohner auf Disparitäten zwischen urbanen und ländlich-peripheren Räumen hin. Darüber hinaus konnte eine räumliche Ausdifferenzierung des Gemeindesystems nach der Gebäudemenge und der Gebäudegrundfläche vorgenommen werden. Der erkannte log-lineare Zusammenhang zwischen Einwohnern und Gebäudeanzahl erlaubt künftig die Aufstellung von sehr genauen raumbezogenen Schätzgleichungen.

Aufgrund der jüngst verfügbaren Georeferenzierung der Gebäudedaten ergibt sich in der Zukunft vermutlich noch ein breites Spektrum an Möglichkeiten für raumbezogene Bestandsanalysen (u. a. Aufbau von Schätzmodellen über Regressionsrechnungen, strukturelle Ausdifferenzierung über räumliche Cluster- und Ausreißer-Analysen, Extraktion von bestandsorientierten Grunddaten durch Maschinelles Lernen). Ferner lassen sich komplexe raumbezogene Bestandsmodelle entwickeln, die z. B. auf Themenfelder des Energie- und Stoffstrommanagements, der Risikoanalyse, des Stadtumbaus oder der Denkmalpflege Bezug nehmen. Im Zuge thematisch sehr vielschichtiger Bestandsanalysen und -modelle können weitere gebäudebasierte Indikatoren gewonnen werden, so dass sich langfristig auch valide Anknüpfungspunkte für ein gebäudebasiertes Monitoring bieten.

Unter gebäudebasiertem Monitoring wird die Beobachtung des deutschen Gebäudebestandes im zeitlichen Verlauf verstanden. Gebäudebasiertes Monitoring bietet die Möglichkeit, eine einzelne Stadt oder Gemeinde basierend auf einem belastbaren Indikatorset zu beobachten oder Städte und Gemeinden miteinander zu vergleichen. Mithilfe dieser Indikatoren können im Zuge eines Monitoring Fehlentwicklungen frühzeitig erkannt und Handlungsempfehlungen gegeben werden. So werden voraussichtlich Ende 2013 die gebäudebasierten Indikatoren des IÖR-Monitors für den Zeitschnitt 2012 verfügbar und mit den Werten von 2010 vergleichbar sein.

5 Literatur

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2012): Raumordnungsbericht 2011. Selbstverlag des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung, Bonn.

Behnisch, M.; Meinel, G. (2011): Kleinräumige quantitative Abschätzung des deutschen Gebäudebestandes – Ausgangslage und Perspektive. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring III. Erhebung – Analyse – Bewertung. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 58, 47-59.

- Behnisch, M.; Meinel, G.; Burckhardt, M.; Hecht, R. (2012): Auswertungen zum Gebäudebestand in Deutschland auf Grundlage digitaler Geobasisdaten. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring IV. Genauere Daten – informierte Akteure – praktisches Handeln. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 60, 151-158.
- Behnisch, M.; Meinel, G.; Tramsen, S.; Dießelmann, M. (2013): Using Quadtree Representations in Building Stock Visualization and Analysis. In: *Erdkunde* 67(2)/2013, 151-166.
- Behnisch, M.; Ultsch, A. (2009): Estimating the number of buildings in Germany. In: Fink, A.; Lausen, B.; Seidel, W.; Ultsch, A. (Hrsg.): *Advances in Data Analysis, Data Handling and Business Intelligence (Proc. of the 32nd Annual Conference of the Gesellschaft für Klassifikation e. V., July 16-18, 2008, Hamburg)*, Berlin: Springer Verlag, 311-318.
- Burckhardt, M. (2012): Analyse des Gebäudebestandes in Deutschland auf Grundlage der Hausumringe (HU) und georeferenzierter Adressdaten. (Diplomarbeit, Technische Universität Dresden).
- Deutscher Bundestag (Hrsg.) (1998): Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ des 13. Deutschen Bundestages: Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlussbericht. BT-Drucksache 13/11200. Bonn.
- Hassler, U. (Hrsg.) (2011): Langfriststabilität „Beiträge zur langfristigen Dynamik der gebauten Umwelt – Towards a Sustainable Development of the Built Environment“, vdf, Zürich.
- Meinel, G.; Behnisch, M.; Dießelmann, M.; Burckhardt, M. (2012): Deutschlandweite Analysen der Flächennutzungsentwicklung und des Gebäudebestandes auf Grundlage von Geobasisdaten. In: *gis.SCIENCE* 4/2012, 131-139.

Kleinräumige Analysen und Visualisierungen

Planung auf den Punkt gebracht – mit verorteten Einwohnermeldedaten zu passgenauen Planungsgrundlagen

Sabine Benneter

Zusammenfassung

Der Regionalverband FrankfurtRheinMain analysiert auf Anforderung seiner Mitgliedskommunen deren anonymisierte Einwohnermeldedaten und stellt die statistischen Ergebnisse in Karten dar. Die Einwohnermeldedaten enthalten zu jeder Person Informationen zur Demografie, zur aktuellen und vorherigen Adresse. Zusätzlich werden Migrationshintergründe und Bezugsländer abgeleitet, sowie Personen zu Haushalten zusammengefasst. Dies geschieht mit Hilfe von Programmen des KOSIS-Verbundes, eine kommunale Selbsthilfeorganisation mit Unterstützung des Deutschen Städtetages. Durch die Verortung aller Informationen an der Meldeadresse in unserem Geo-Informationssystem (GIS) sind sehr detaillierte und/oder kleinräumige Analysen möglich, welche zusätzlich in einen räumlichen Bezug zu anderen Faktoren, wie z. B. Einkaufsmöglichkeiten, Ärzte, Bushaltestellen usw., gesetzt werden können.

1 Einführung

Der Regionalverband FrankfurtRheinMain ist für insgesamt 75 Mitgliedskommunen tätig. Die Anzahl der Einwohner (EW) ist von Kommune zu Kommune sehr unterschiedlich. Sie reicht von Frankfurt mit knapp 700 000 EW bis hin zu Gemeinden mit nicht einmal 4 000 EW. Insgesamt leben im Gebiet des Regionalverbandes ca. 2,2 Mio. Menschen.

Bei unterschiedlichsten Planungsfragen verbandsintern sowie bei den Kommunen selbst wurde immer wieder deutlich, dass über die Bevölkerung an sich nur sehr allgemeine Aussagen möglich sind.

Der Wunsch keimte auf, mit bzw. für diese Menschen viel fundierter planen zu können. Man wollte weg von rein tabellarischen Bevölkerungsstatistiken auf Gemeindeebene und hin zu der Möglichkeit kleinräumige lokale Bevölkerungsstrukturen zu analysieren und beschreiben zu können – und dies alles im räumlichen Bezug als Karte.

Es entstand ein Werkzeug, welches unmittelbar hilfreich ist, echten Mehrwert im Planungsalltag liefert und ganz pragmatisch den unterschiedlichsten Fragestellungen angepasste Analysen liefern kann, unabhängig von Größe oder Einwohnerzahl der jeweiligen Kommune. Das Werkzeug soll in erster Linie den Kommunen als Planungshilfe dienen, aber genauso dem Verband selbst nutzen, um kommunenübergreifend analysieren zu können und Handlungsnotwendigkeiten aufzuzeigen.

Im Vorfeld bzw. während einer Pilotphase mit acht Kommunen mussten viele Fragen geklärt werden. Der richtige Umgang mit personenbezogenen Daten erfordert nicht nur in der technischen Umsetzung, sondern auch in der Weitergabe, Präsentation und Veröffentlichung der Ergebnisse eine enge Zusammenarbeit mit dem Datenschutzbeauftragten des Landes.

Klar ist, dass personenbezogene Daten, auch wenn sie anonymisiert sind, in einer abgeschotteten Statistikstelle zu liegen haben. Schwieriger ist es, die Ergebnisse in den Karten so darzustellen, dass keinerlei Rückschlüsse auf Einzelpersonen möglich sind.

Alle Festlegungen, die mit dem Datenschutzbeauftragten besprochen wurden, sind in die Verträge eingeflossen, die wir diesbezüglich mit den Kommunen vorab schließen müssen. MÜSSEN deshalb, weil die Kommune als alleinige Datenherrin bestimmt, was mit ihren Einwohnermeldedaten gemacht wird bzw. ob der Regionalverband diese Daten überhaupt erhalten darf. Momentan haben sich schon über 30 Kommunen beteiligt; dies entspricht knapp der Hälfte der Mitgliedskommunen.

2 Umsetzung und Arbeitsablauf

Sobald die Verträge geschlossen sind, erhält der Regionalverband einen tagesaktuellen Abzug der Melderegisterdaten, entweder von der Kommune selbst oder von der ekom21. Hierbei handelt es sich um einen Dienstleister, der für viele Kommunen Hessens die Verwaltung der Melderegisterdaten, die Finanzverwaltung und Ähnliches übernimmt.

Im Datenabzug sind zu jeder Person Informationen zur Demografie (Geburtsdatum und -ort, Geschlecht, Familienstand, Staatsangehörigkeit), zur aktuellen Wohnung (Adresse, Einzugsdatum, Erst- oder Zweitwohnung) und zur vorherigen Adresse enthalten. Da diese Daten bereits in einem bestimmten Format vorliegen, können darüber hinaus zwei spezielle Programme des KOSIS-Verbundes angewendet werden. So ist es zum einen möglich Migrationshintergründe differenziert abzuleiten: Kindern, die in Deutschland geboren sind, wird der eventuelle Migrationshintergrund der Eltern übertragen. Zum anderen können Personen zu Haushalten zusammengefasst werden.

2.1 Aufbereitung im GIS

In unserem GIS werden die Einwohnermeldedaten sowie die Haushalte mit Hilfe der ALK-Gebäudekoordinaten verortet. Es entstehen zwei Datenebenen, wobei für jeden Einwohner bzw. für jeden Haushalt ein Punkt an der Meldeadresse erzeugt wird. Bei gleicher Adresse liegen entsprechend den dort gemeldeten Personen bzw. Haushalten mehrere Punkte übereinander. Jede verfügbare Information und jede Kombination aus diesen ist nun für jeden Einwohner bzw. Haushalt vor Ort analysierbar (siehe Abb. 1).

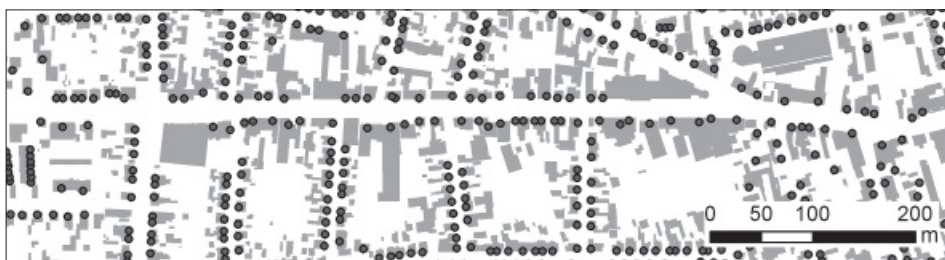


Abb. 1: Verortete Einwohnermeldedaten als Punkte im GIS (Quelle: Regionalverband Frankfurt-RheinMain, Datengrundlage: ALK, HVBG 2013)

2.2 Darstellungsformen

Um die Inhalte datenschutzkonform darstellen zu können, haben sich zwei Darstellungsformen als geeignet erwiesen, die Dichtewolke und das Raster.

2.2.1 Dichtewolke

Diese wird durch eine Kernel-Density-Berechnung erzeugt. Die Dichtewerte werden durch eine Umkreissuche ermittelt, wobei die einzelnen Werte entsprechend ihrem Abstand zur Mitte gewichtet werden. Man kann hiermit die Verteilung des entsprechenden Merkmals sehr plakativ darstellen: je dunkler die Farbe, desto höher die Dichte (siehe Abb. 2).

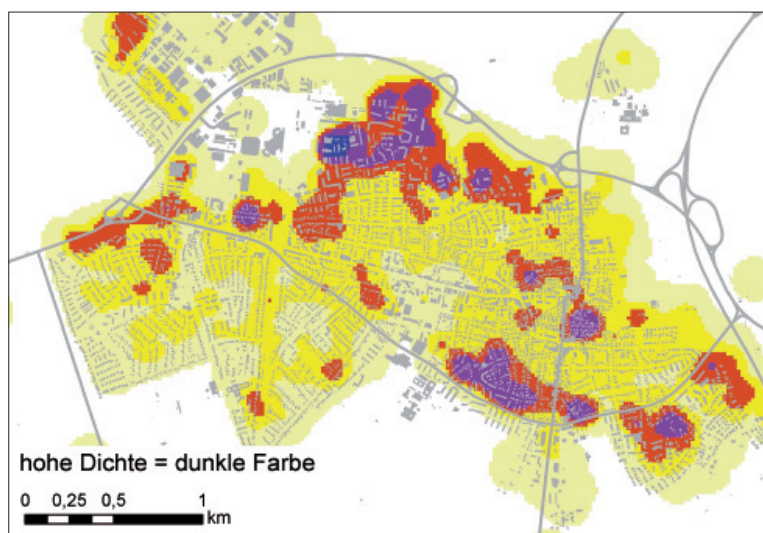


Abb. 2: Dichteverteilung der Kinder bis 18 Jahre (Quelle: Regionalverband FrankfurtRheinMain, Datengrundlage: ALK, HVBG 2013)

2.2.2 Raster

Hierzu wurde ein 100 m x 100 m-Raster über das gesamte Verbandsgebiet gelegt. Das Raster hat den Vorteil, dass es nicht wie z. B. Baublöcke aktuell gehalten werden muss. Es beinhaltet zudem immer eine vergleichbare Dichteausage, was kommunenübergreifend sehr wertvoll ist.

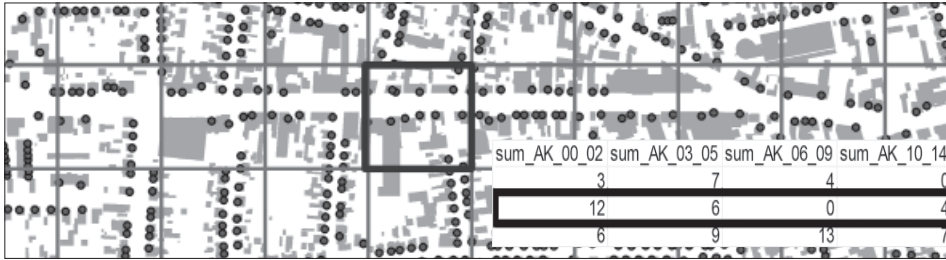


Abb. 3: Aufsummierung von Personen- bzw. Haushaltspunkten im 100 m-Raster
(Quelle: Regionalverband FrankfurtRheinMain, Datengrundlage: ALK, HVBG 2013)

Die Personen- bzw. Haushaltspunkte werden im Raster aufsummiert (siehe Abb. 3). Hierbei werden sinnvolle Klassen gebildet, wie z. B. statistische Altersklassen und Zuzugsjahrzehnte; darüber hinaus wird z. B. das Durchschnittsalter oder die mittlere Wohndauer je Raster errechnet.

Die Visualisierung kann ebenso in absoluten wie in prozentualen Zahlen erfolgen. Zum Schutz der personenbezogenen Daten dürfen laut Hessischem Datenschutz diese Raster erst ab drei Personen dargestellt werden. Zusätzlich erfolgt die Zusammenfassung in Altersklassen und die Klassenbildung in der Legende (siehe Abb. 4)

2.3 Standardkarten, Sonderauswertungen und Zeitreihen

Für alle beteiligten Kommunen wird vom ersten tagesaktuellen Datenabzug ein standardisierter Kartensatz erzeugt. Dieser umfasst 15 Karten, bei denen alle Darstellungsmöglichkeiten in Verbindung mit den unterschiedlichsten Inhalten gezeigt werden. Diese sollen allerdings in erster Linie die Phantasie der Planer dahingehend anregen, inwieweit diese neuen Möglichkeiten auch für ihre aktuellen Planungen genutzt werden können. Dieser Datensatz wird fast komplett automatisiert mit Python-Skripten erzeugt, wobei am Ende jede Karte als PDF vorliegt.

Sonderauswertungen sind Karten, die ganz speziell als Planungshilfe für bestimmte reale Planungsfragen erarbeitet werden. Die Inhalte, Darstellungsformen und ggf. Zusatzinformationen werden mit der Kommune besprochen.

Um Zeitreihen bzw. ein Monitoring auch kommunen-übergreifend, unabhängig von politischen Grenzen aufzubauen eignen sich die Raster besonders gut. Die Rasterzellen

sind unveränderbar und die Inhalte, wie z. B. Durchschnittsalter, durchschnittliche Wohndauer, Summe der Personen können archiviert werden, wobei personenbezogene Daten nach einer gewissen Zeit gelöscht werden müssen. Als Grundlage dafür ist ein jährlicher Datenabzug aller Kommunen geplant.

3 Beispiele

3.1 Standardkarte

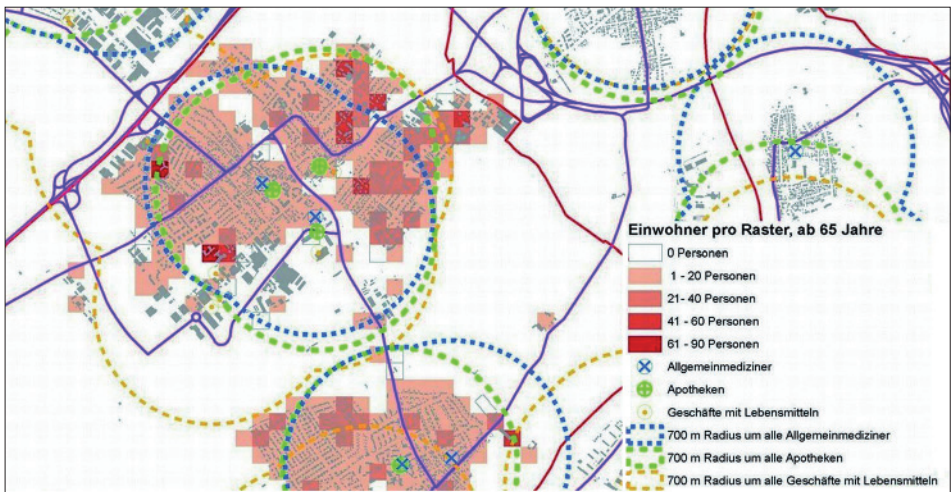


Abb. 4: Erreichbarkeit von Versorgungseinrichtungen für ältere Personen im 100 m-Raster (Quelle: Regionalverband FrankfurtRheinMain, Datengrundlage: ALK, HVBG 2013)

Als Ergebnis einer Erreichbarkeitsanalyse setzt die Karte in Abbildung 4 ältere Personen in Bezug zu Einkaufsmöglichkeiten, Ärzten und Apotheken. Damit können folgende Fragen beantwortet werden: Wo können sich diese Menschen, wenn sie älter werden, fußläufig selbst versorgen und wo nicht? Wie viele Personen in welchen Gebieten sind davon betroffen?

3.2 Untersuchung eines Neubaugebietes

Hier interessierte das Zuzugsverhalten in das in Abbildung 5 dargestellte Neubaugebiet. Überraschend war, dass etwa die Hälfte der Bewohner bereits in der Kommune wohnte. Von Interesse waren auch die vorherigen Adressen. Sind dort neue Personen eingezogen oder stehen dort jetzt Wohnungen leer? Und aus welchen Nachbarkommunen sind Bewohner zugezogen? Durch die Verortung an der vorherigen Adresse waren diese beiden Veranschaulichungen sehr leicht möglich.

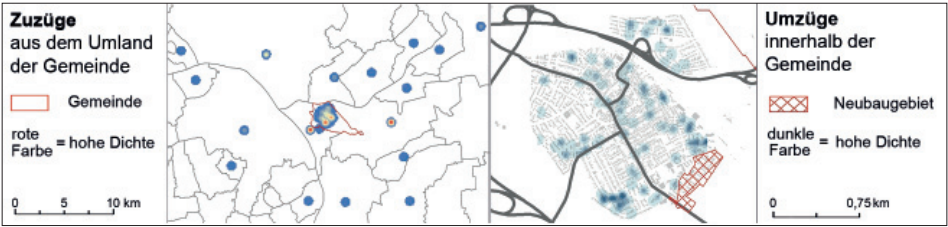


Abb. 5: Zuzüge aus dem Umland der Gemeinde (links); Umzüge innerhalb der Gemeinde (rechts) (Quelle: Regionalverband FrankfurtRheinMain, Datengrundlage: ALK, HVBG 2013)

3.3 Mittlere Wohndauer in Jahren

Wie lange wohnen die Einwohner im Durchschnitt an derselben Adresse?



Abb. 6: Mittlere Wohndauer in Jahren im 100 m-Raster (Quelle: Regionalverband Frankfurt-RheinMain, Datengrundlage: ALK, HVBG 2013)

3.4 Umkreis-Untersuchung eines Spielplatzes

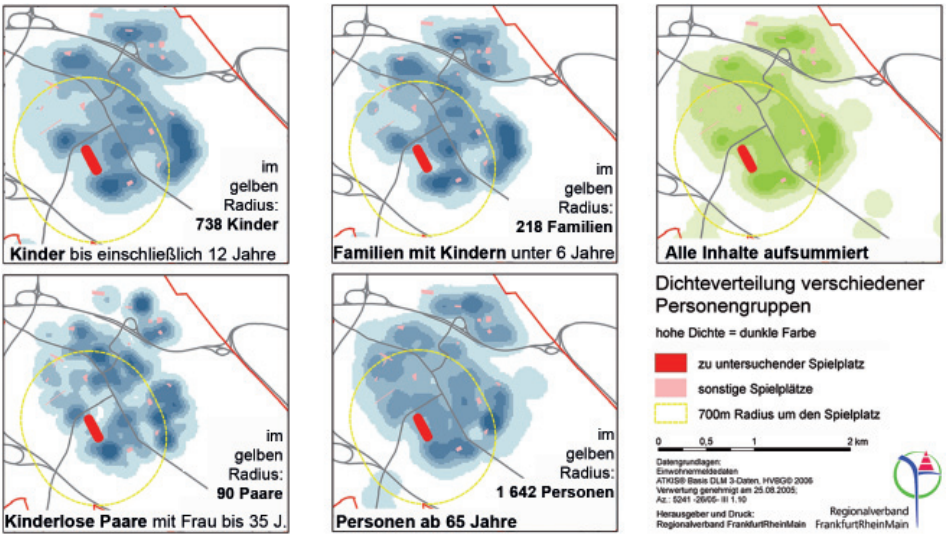


Abb. 7: Darstellung der relevanten Bevölkerungsgruppen im Umfeld eines Spielplatzes (Quelle: siehe Abbildung)

Bei dieser Sonderauswertung wurde der rot dargestellte Spielplatz näher untersucht. Man wollte wissen, wer potenziell diese Fläche nutzt. Die relevanten Gruppen wurden als Dichtewolken dargestellt. Es wurde zusätzlich ein Puffer mit einem bestimmten Radius gebildet, um die fußläufige Erreichbarkeit zu definieren. Innerhalb dieses Puffers wurde die jeweilige Personenanzahl bestimmt. Da die Dichtewolken Rasterdaten sind können diese aufsummiert werden. Das Ergebnis verdeutlicht nicht nur, wo die meisten dieser Gruppen wohnen, sondern auch deren Erreichbarkeit von anderen Grünflächen (siehe Abb. 7).

4 Fazit

Durch die kleine Auswahl von Beispielen wird deutlich, dass die Verortung der Melderegisterdaten eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten in verschiedenen Planungsbereichen eröffnet. Es ist allerdings ein Prozess für alle Beteiligten bei Planungsfragen auch diesen Datenschatz zu berücksichtigen, um diesen im Hinblick auf den Datenschutz verantwortungsvoll zu nutzen.

5 Literatur

ESRI – Environmental Systems Research Institute (2013): ArcGIS Resources 10.1. Kernel Density.

<http://resources.arcgis.com/de/help/main/10.1/> (Zugriff: 25.07.2013).

Regionalverband FrankfurtRheinMain (2012): Innen vor Außen. Dokumentation der Plattform Innenentwicklung Wohnen.

Verband Deutscher Städtestatistiker (2013): Kommunales Statistisches Informationssystem (KOSIS).

www.kosis.de (Zugriff: 25.07.2013).

ruhrAGIS – Atlas Gewerbe- und Industriestandorte Ruhr

Jochen Weiland

Zusammenfassung

ruhrAGIS ist eine zentrale Informations- und Arbeitsgrundlage für Aufgaben der Wirtschaftsförderung metropoleruhr GmbH, des Regionalverbandes Ruhr, der Kommunen der Metropole Ruhr, dem Land NRW sowie Unternehmen. Sie ist eine für die gesamte Region flächendeckend auf Gewerbe- (GE), Industrie- (GI) und Sondergebietsflächen (SO) nach Flächennutzungsplan (FNP) vorliegende Informationsplattform zur realen Nutzung und Struktur von Industrie- und Gewerbeflächen (einschließlich der Freiflächen, Leerstände und Brachen).

1 Einführung

ruhrAGIS enthält die reale Nutzung vor Ort, d. h. den Branchenbesatz sämtlicher Gewerbe- und Industrieflächen nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige des Statistischen Bundesamtes 2008 (WZ08),

- 95 000 Flächen mit 55 000 Unternehmen,
- 27 000 ha GE-, GI- und gewerblich genutzte SO-Flächen,
- Informationen zu(r) Fristigkeit, Baurecht und Restriktionen.

ruhrAGIS ist ein Geodatenbestand, der seit 1998 kontinuierlich in der Datenerfassung, Anwendung und bei der Marktpositionierung entwickelt wird. Durch die Zusammenführung mit anderen digitalen Rauminformationen (u. a. Luftbilder, Stadtpläne, kommunale Planungsdaten) sind qualifizierte Aussagen zur Struktur, Dichte, Lage und Verteilung von Branchen, Betrieben und Entwicklungsmöglichkeiten aller 53 Kommunen der Metropole Ruhr möglich.

Die Kombination von Direkterhebung, aktueller Erfassung und digitaler Verknüpfung gewährleistet eine flächendeckende und für die Metropole Ruhr einheitliche Informationslage.

2 Technische Basis

ruhrAGIS ist ein Geodatenbestand, der innerhalb eines Geoinformationssystems (GIS) dargestellt und mit weiteren Datenbeständen wie Luftbildern, Stadtplänen, Verkehrsinfrastrukturen visualisiert, verändert, analysiert und verknüpft werden kann.

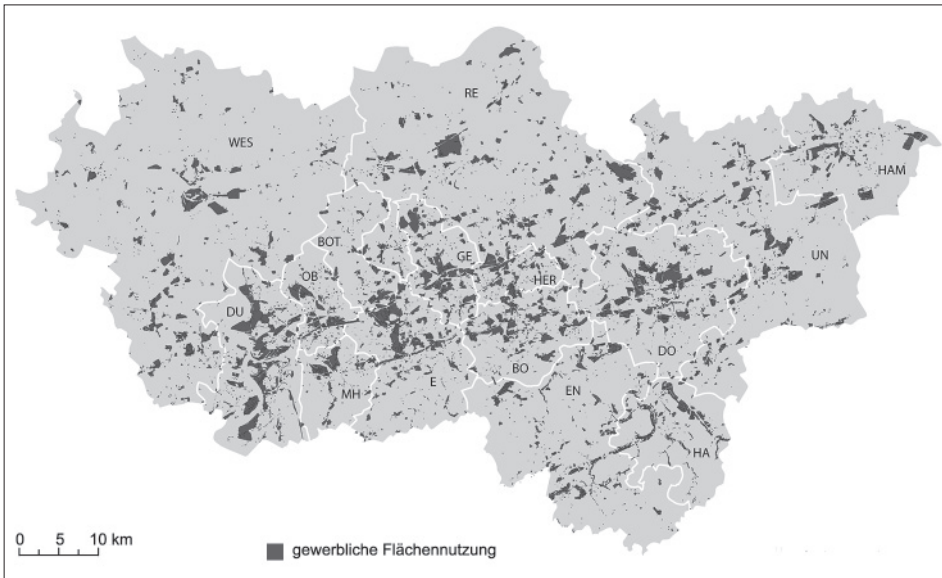


Abb. 1: ruhrAGIS, gewerbliche Flächennutzung in der Metropole Ruhr 2013 (Quelle der Daten: Wirtschaftsförderung metropol Ruhr GmbH; Grafik: Büro für Regionalanalyse (BFR))

Erstellt, gepflegt und aktualisiert wird ruhrAGIS mit einem GIS, Geometrien und Fachdaten liegen in einer relationalen PostgreSQL-Geodatenbank vor. Exporte in andere Datenformate sind in der Regel problemlos; zudem ist ein Verknüpfen mit anderen Datenbeständen, z. B. kommunalen Arbeitsstättenzählungen, möglich.

Aufbauend auf den ruhrAGIS-Daten bietet die Wirtschaftsförderung metropol-Ruhr (WMR) mit ruhrAGIS online darüber hinaus eine webbasierte Lösung an, die das Arbeiten – informieren, analysieren und editieren – mit den Flächendaten ermöglicht.

3 Datengrundlagen

Voraussetzung für eine rationelle und inhaltlich stimmige Bearbeitung sind qualitativ hochwertige und aktuelle Datengrundlagen. Traditionell liefert diese der Regionalverband Ruhr mit seiner feinteiligen (150 verschiedene Kriterien) und flächendeckenden Realnutzungskartierung, den Orthofotos (bis zum Jahr 1926 zurückreichend), den jährlich aktualisierten FNP aller 53 Kommunen sowie zahllosen Fachdaten wie zum Beispiel das Siedlungsflächenmonitoring (ruhrFIS) und kartografische Planwerke.

4 Erhebungsmethode

Die jährliche Aktualisierung erfolgt in zwei Schritten der Informationsgewinnung:

4.1 Recherche in sekundären Quellen

In einem ersten Schritt werden sämtliche Informationen zu gewerblich-industriellen Standorten und zu Unternehmensaktivitäten zusammengetragen. Das geschieht vornehmlich über das Internet. Folgende Quellen werden ausgewertet:

- Websites von Unternehmen
- Branchenbücher, Telefonverzeichnisse und Firmendatenbanken
- Kommunale Websites mit ihren Informationen zur lokalen Wirtschaft oder Beschreibungen bestimmter Gewerbegebiete sowie
- weitere über das Internet zugängliche Informationsangebote, wie z. B. die Wirtschaftsteile der lokalen Presse.

Bezüglich ungenutzter oder brachgefallener Flächen ist ebenfalls das Internet eine wichtige Informationsquelle. In diesem Fall stammen die Informationen zu den Flächen in erster Linie von den Flächeneigentümern und -vermarktern. Hierzu zählen neben den Kommunen die großen Flächeneigner wie RAG Montan Immobilien GmbH, NRW. URBAN sowie private Anbieter oder Vermittler.

Zu finden sind diese Informationen vornehmlich über Websites; ausgewertet wird insbesondere das regionale und dezentral gepflegte Gewerbeimmobilienportal ruhrsite.

Hinzu kommt unterschiedliches, nicht webbasiertes Informationsmaterial großer öffentlicher sowie privater Flächenvermarkter (z. B. Broschüren und Exposés).

4.2 Vollständige Primärerhebung vor Ort

Nach dem Abgleich der ruhrAGIS-Informationen aus der Vorjahreserhebung mit den sekundären Quellen werden in einem zweiten Schritt diese Informationen durch vollständige Ortsbegehung und gegebenenfalls Befragung verifiziert.

Für Freiflächen, Leerstände und Brachen wird grundsätzlich das Datum der Aktualisierung festgehalten, um jederzeit ablesen zu können, wie aktuell die verfügbarkeitsrelevanten Informationen sind.

5 Erhebungsgebiet

Die in ruhrAGIS abgebildeten Gewerbe- und Industrieflächen werden in den 53 Mitgliedskommunen des Regionalverbandes Ruhr (RVR) erhoben. Hierzu zählen die Kommunen der Kreise Ennepe-Ruhr, Recklinghausen, Unna und Wesel sowie die kreisfreien Städte Bochum, Bottrop, Dortmund, Duisburg, Essen, Gelsenkirchen, Hagen, Hamm, Herne, Mülheim a. d. Ruhr und Oberhausen.

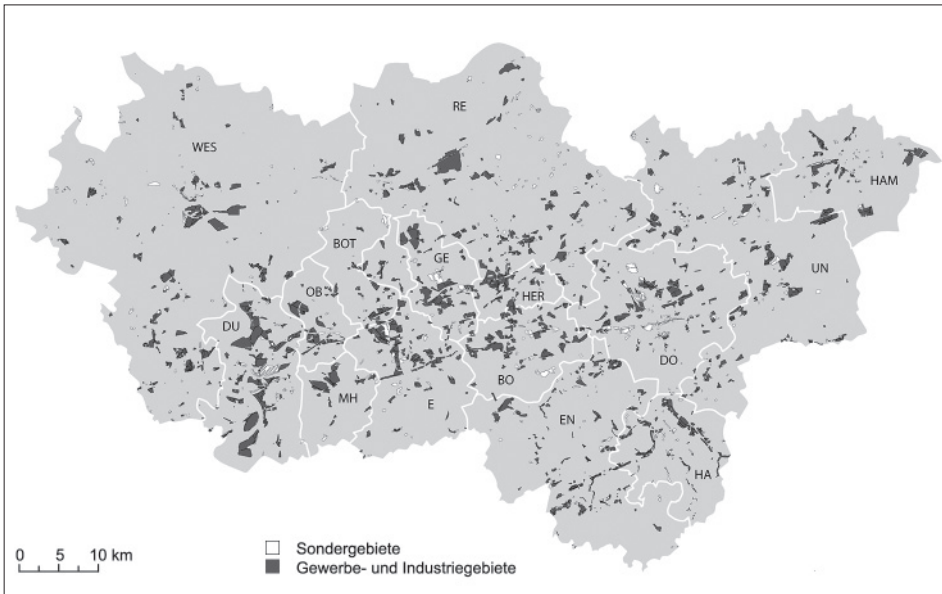


Abb. 2: Gewerbe-, Industrie- und Sondergebiete in der Metropole Ruhr nach FNP 2012 (Quelle der Daten: Regionalverband Ruhr; Grafik: Büro für Regionalanalyse)

Um die notwendigen Flächenbilanzen und gewünschten analytischen Bearbeitungsschritte möglich zu machen, werden in diesem Erhebungsgebiet nicht nur alle wirtschaftlich genutzten Flächen, sondern auch die potenziell nutzbaren und die dauerhaft der gewerblichen Nutzung entzogenen Flächen erfasst und qualifiziert. Die Gebiete werden vollständig und flächendeckend erhoben.

6 Ergebnisse

Für GE-, GI- und SO-Gebiete können statistische Auswertungen bzw. Flächenbilanzen in Bezug auf, z. B. die Gesamtfläche einer Stadt, eines Stadtteils oder den Gesamtraum, erstellt werden. Es können die gewerblichen Potenziale nach ihrer Qualität und ihrer städtebaulichen Bedeutung analysiert werden.

Es können Entwicklungen auf der Zeitachse nachvollzogen werden. Welche Firmen aus welchen Branchen mit welchen Flächenansprüchen und mit welchen Flächengrößen haben Veränderungen der wirtschaftlichen Tätigkeit vor Ort ausgelöst. Das bedeutet die exakte Abbildung der realisierten Nachfrage. Es lässt sich beurteilen, ob sich die tatsächlichen Veränderungen mit der nachfrageorientierten Flächenvorhaltung der Kommunen decken. Es sind Aussagen möglich zum Verhältnis der Inanspruchnahme unbebauter Flächen nach ihrer gewerblichen Vornutzung gegenüber vormals nicht gewerblich genutzten Flächen. Art und Menge des Flächenverbrauchs im gewerblichen Bereich sind

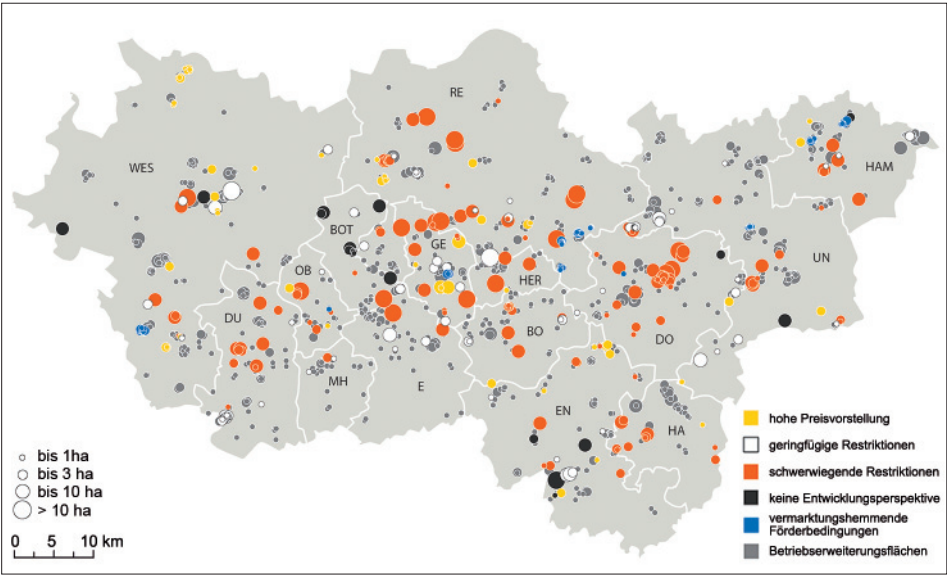


Abb. 3: Gewerbliche Potenziale nach Restriktionen und Größe in der Metropole Ruhr 2012 (Quelle der Daten: Wirtschaftsförderung metropolerruhr GmbH; Grafik: Büro für Regionalanalyse)

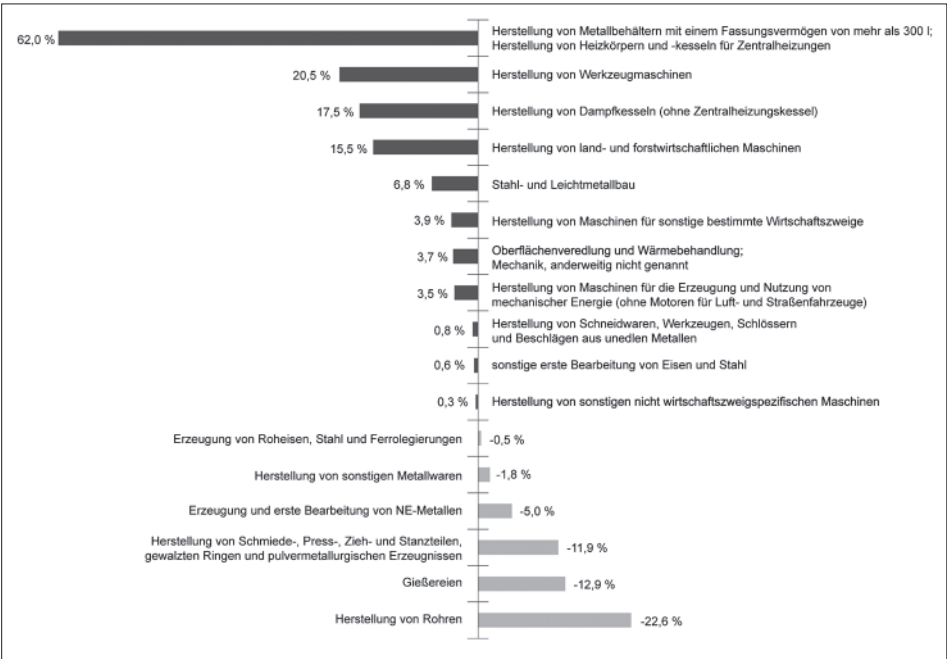


Abb. 4: Veränderungen der gewerblich genutzten Fläche im Bereich Metallbearbeitung und Maschinenbau in der Metropole Ruhr 2005-2010 (Quelle der Daten: Wirtschaftsförderung metropolerruhr GmbH; Grafik: Büro für Regionalanalyse)

so genau zu belegen. Leerstandsquoten, deren Entwicklungen und damit verbundene regionale Disparitäten sind sofort ablesbar.

Langzeitbeobachtungen sind möglich. So sind z. B. alle wesentlichen Branchen seit den achtziger Jahren auf ihre heutige Nutzung überprüft worden, mit zum Teil überraschenden Ergebnissen.

Eine Kopplung mit sozialräumlichen Daten wie die der Beschäftigung liefert Erkenntnisse zum Beschäftigtenverhältnis von GE-Flächen zur übrigen Siedlungsfläche. Die in Gewerbeflächenbedarfsprognosen verwendete Flächenkennziffer (Beschäftigte pro Quadratmeter) lässt sich mithilfe von ruhrAGIS exakt belegen. Auch die vielfach nachgefragte Aussage zu den Beschäftigungseffekten von Neuansiedlungen ist mittels der Flächendaten empirisch belegbar.

Der fortwährende – nicht nur in der Metropole Ruhr stattfindende – Strukturwandel lässt sich Jahr für Jahr mithilfe von Flächenbilanzen (vorher/nachher) feinteilig auf der jeweiligen Aggregationsstufe darstellen und auswerten.

7 Fazit

ruhrAGIS schließt im Katalog der verfügbaren Informationen zur gewerblichen Wirtschaft eine wichtige Lücke, die dem Erkenntnisinteresse von Stadtentwicklern, Stadt- und Landesplanern, Wirtschaftsförderern, Fachverbänden und Unternehmen Rechnung trägt. Da die notwendige Qualität und Informationsdichte eine Primärerhebung notwendig macht, lässt sich der Aufwand der Erarbeitung nur durch vielfache Anwendung mit entsprechenden Ergebnissen rechtfertigen. Die Metropole Ruhr hat dies in der Vergangenheit vorbildlich geleistet.

8 Literatur

Regionalverband Ruhr (2011): ruhrFIS-Flächeninformationssystem Ruhr 2011.

Statistisches Bundesamt (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige.

Wirtschaftsförderung metropolerruhr GmbH (2009): Wirtschaftsflächen Ruhr 2009.

Wirtschaftsförderung metropolerruhr GmbH (2012a): ruhrAGIS. Atlas der Gewerbe- und Industriestandorte Ruhr, Handbuch.
www.business.metropolerruhr.de (Zugriff: 11.07.2013).

Wirtschaftsförderung metropolerruhr GmbH (2012b): Gewerbliches Flächenmanagement Ruhr, Marktbericht Oktober 2012.

Wirtschaftsförderung metropolerruhr GmbH (2013): Gewerbeflächenportal ruhrsite.
www.business.metropolerruhr.de (Zugriff: 11.07.2013).

Interaktives Webtool zur Nachhaltigkeitsprüfung für den Wohnbau

Bernhard Castellazzi, Dagmar Schnürch, Thomas Prinz, Thomas Blaschke

Zusammenfassung

In der „Checkliste zur Nachhaltigkeitsbewertung Wohnbau Stadt Salzburg“ wird eine Reihe von Kriterien definiert, um den Begriff „Nachhaltigkeit im Wohnbau“ zu operationalisieren. Eine Gruppe dieser Kriterien betrifft die Standortqualität eines Wohnbaus und definiert dessen Nachhaltigkeit durch die fußläufigen Distanzen zu umgebenden Infrastruktureinrichtungen sowie über externe Umwelteinflüsse (z. B. Lärmbelastung). Diese Variablen wurden zellen-basiert mittels GIS-gestützter Analyse für das gesamte Gebiet der Stadt Salzburg berechnet und in weiterer Folge in einer Webapplikation einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die Applikation gibt eine aufgabenorientierte Handlungsabfolge vor und wurde unter der Anwendung von OGC Standards und Open Source Software erstellt.

1 Hintergrund

1.1 „Nachhaltigkeit im Wohnbau“ in der Stadt Salzburg

Es besteht wenig Zweifel, dass „nachhaltiges Handeln“ gesellschaftlich gewünscht ist. Über die Bedeutung des Begriffes „Nachhaltigkeit“ herrschen jedoch zwischen Wissenschaftlern, Politikern, Stadtplanern und Architekten unterschiedliche Auffassungen. Im Wohnbau geht es dabei viel um Ressourceneffizienz und die Reduktion von Energieverbrauch. Auswirkungen nachhaltigen Handelns in diesem Bereich betreffen die jeweiligen Bewohner unmittelbar, z. B. monetär, und die Gesellschaft mehr über statistische Kenngrößen. Stadtplaner weisen jedoch oft darauf hin, dass die Standortwahl ein Faktor ist, der für die nächsten 100 Jahre und mehr wohl kaum zu revidieren sein wird – im Gegensatz zu technischen Veränderungen.

Die Stadt Salzburg definiert den Begriff „Nachhaltigkeit im Wohnbau“ im Sinne des Drei-Säulen-Modells der Nachhaltigkeit (Stadt Salzburg 2012) und nimmt dabei auf den Österreichischen Baukulturreport 2006 (ARGE Baukulturreport 2006) Bezug. So werden beispielsweise Energieeffizienz-Standards und Gebäudelebensdauer unter der Kategorie der ökologischen Nachhaltigkeit geführt. Die soziale Nachhaltigkeit von Gebäuden bezieht sich u. a. auf eine gleichwertige Verteilung von Lebensbedingungen innerhalb des Stadtgebiets und auf Gebäudeanpassungen an vorhandene demografische Strukturen. Die ökonomische Nachhaltigkeit ergibt sich im Wesentlichen aus dem Gebäudewert „als Ergebnis der Wertschätzung“ (Stadt Salzburg 2012, 3).

1.2 „Checkliste-Wohnbau“ als Begriffs-Operationalisierung

Der Begriff „Nachhaltigkeit im Wohnbau“ kann als allgemeines Leitbild dienen. Schwieriger ist die Umsetzung bei konkreten Wohnbauvorhaben. Um diesen Begriff zu operationalisieren, definierte die Stadt Salzburg 2008 erstmals Nachhaltigkeitskriterien für konkrete Bauvorhaben. Im Januar 2012 wurde darauf aufbauend das Textdokument „Checkliste zur Nachhaltigkeitsbewertung Wohnbau Stadt Salzburg, Version 2.0“ (Stadt Salzburg 2012) erstellt.

Grundlegende Elemente des Dokuments sind Bewertungsmatrizen. Diese definieren Gebäude-Nachhaltigkeitskriterien für folgende Bereiche: „Standort und Mobilität“, „Planung und Objektqualität“, „Energie und Versorgung“ und „Ökologie und Gesundheit“. Die Matrizen beinhalten ein Punkteschema zur ordinalen Klassifizierung der verschiedenen Nachhaltigkeitskriterien. Der vorliegende Beitrag bezieht sich ausschließlich auf die Kategorie „Standortqualität“. Tabelle 1 listet deren Unterkategorien und Gewichtungen auf.

Tab. 1: Bewertungskriterien und Punkteschema für die Kategorie Standortqualität
(Quelle: Stadt Salzburg 2012)

A	Standort und Mobilität	max. 220
A 1	Standortqualität	max. 100
A 1 1	Qualität der sozialen Infrastruktur (Schulen, Kindergarten, Med. Versorgung)	20
A 1 2	Freiraumversorgung (Nähe zu Erholungsgebieten und Freizeiteinrichtungen)	20
A 1 3	Qualität des Anschlusses an den öffentlichen Verkehr / Reduktion Autoverkehr	20
A 1 4	Qualität der Nahversorgung (Einkauf, Lokale, Dienstleistungen, Post, ...)	20
A 1 5	Externe Umwelteinflüsse auf den Standort	20
A 2	Verwertung des Grundstückes	max. 40
A 2 1	Verbauung des Grundstückes / Wertigkeit des Baulands	40
A 3	Mobilitätskonzept	max. 80
A 3 1	Ruhender Verkehr und Stellplatzangebot	30
A 3 2	Fuß- und Radwegkonzept	30
A 3 3	Mobilitätsservice	20

1.3 „Standortqualität“ im Wohnbau

Die Kategorie „Standortqualität“ bemisst die Nachhaltigkeit eines Wohnbauprojekts anhand seiner Versorgung durch umliegende Infrastruktur sowie vorhandener Umwelteinflüsse am Standort. Ziel ist die Vermeidung langer Arbeits- und Versorgungswege (Amt der Salzburger Landesregierung 2009, 11). Es wird davon ausgegangen, dass eine gute Anbindung an lokale Infrastrukturen negativen Zersiedelungsfolgen entgegenwirkt und somit u. a. zu einer Reduktion von Energieverbrauch und Emissionen aus dem Verkehr beiträgt (Stadt Salzburg 2012, 8; ÖROK 2011, 70-73).

Die wesentlichen Indikatoren zur Bestimmung der Standortqualität sind die fußläufigen Distanzen vom untersuchten Standort zu unterschiedlichen Infrastruktureinrichtungen (aus den Kategorien A.1.1. bis A.1.4. in Tab. 1). Da eine manuelle Messung dieser

Distanzen zur Eintragung in der „Checkliste Wohnbau“ (insbesondere bei Vergleich mehrerer Standorte) mit hohem Aufwand verbunden ist, wurden sie mittels Analysemethoden der Geoinformatik flächenhaft für das gesamte Salzburger Stadtgebiet automatisiert ermittelt und in weiterer Folge webbasiert zur Verfügung gestellt. Ebenso wurden Daten zur Lärmbelastung und die Nähe zu Hochspannungsleitungen unter dem Punkt „Umwelteinflüsse“ (Kategorie A.1.5. in Tab. 1) für das gesamte Stadtgebiet bereitgestellt.

2 GIS-Analyse zur Ermittlung der Standortqualität

Die räumlichen Analysen, welche als Grundlage für das in Abschnitt 3 gezeigte Webtool durchgeführt wurden, sind in der Folge überblicksmäßig dargestellt. Genauere Ausführungen dazu finden sich in Schnürch et al. 2012.

Die notwendigen aktuellen Datensätze für die Analysen lieferte die zuständige Magistratsabteilung der Stadt Salzburg. Zu Projektbeginn war eine gemeinsame Definition und gründliche Systematisierung der Datengrundlage wichtig, nicht zuletzt um eine laufende Aktualisierung und ggf. Adaptierung im Projekt zu ermöglichen.

Die Berechnungen sowie die Ergebnisse einer Abfrage im Webtool beziehen sich immer auf den Mittelpunkt (Zentroid) einer 10 m x 10-m-Rasterzelle. Diese wurden auf Basis des von der Statistik Austria verfügbaren 100-m-ETRS-LAEA-Rasters erstellt und flächendeckend über das Stadtgebiet von Salzburg gelegt. Ausgehend von diesen Zentroiden wurden mittels Netzwerkanalysen die kürzesten Entfernungen zu unterschiedlichen lokalen Infrastruktureinrichtungen ermittelt. Konkret handelt es sich dabei um Standorte der folgenden Kategorien, die in Form von Punktdaten aufbereitet wurden: Kindergärten, Volksschulen, Mittlere Schulstufen, Praktische Ärzte, Apotheken, öffentliche Parks, zusammenhängende Erholungsgebiete, Spielplätze, Sport- und Freizeiteinrichtungen, Freibäder/Hallenbäder, ÖV-Haltestellen, Einkaufsmöglichkeiten des täglichen Bedarfs, Einkaufsmöglichkeiten mit spezialisiertem Angebot für den täglichen Bedarf (z. B. Bäckerei), einfache Dienstleistungen, öffentliche Dienstleistungen und Gastronomie.

Um diese Entfernungen berechnen zu können, war außerdem ein fußläufiges Straßen- und Wegenetz notwendig, das von Straßendaten der Stadt Salzburg abgeleitet wurde.

Der Bereich „Externe Umwelteinflüsse auf den Standort“ wurde aus Lärmbelastung und Distanz zu Hochspannungsleitungen abgeleitet. Jede Rasterzelle erhält über Verschneidungen der jeweiligen Datensätze Werte, in welcher Lärmzone sie sich befindet bzw. ob sie außerhalb der empfohlenen Distanzzonen liegt.

Das Ergebnis der Analysen ist somit ein Datensatz, der für jede 10 m-Rasterzelle Informationen zu den genannten Kriterien der Standortqualität enthält. Danach werden je Kriterium Punkte auf Basis des von der Stadt Salzburg vordefinierten Punkteschemas (vgl. Abb. 1) vergeben, wodurch auch ein Gesamtpunktestand enthalten ist, der als Indikator für die Standortqualität fungieren soll.

Bei Anwendung und der Interpretation der Ergebnisse bleibt zu berücksichtigen, dass sich die Werte immer auf eine Rasterzelle beziehen. Zwar zieht dies eine gewisse Generalisierung nach sich, hat aber auch den Vorteil, dass nicht nur bestehende Adressen, sondern das gesamte Projektgebiet flächendeckend analysiert wird.

3 Webbasierte Kartenanwendung zur Abfrage der Standortqualität

Um fachspezifischen Gruppen (z. B. Wohnbauträger, Raum- und Stadtplaner) und Wohnungssuchenden eine einfache Abfrage der räumlich-verteilten Standortqualität zu ermöglichen, wurde eine webbasierte Kartenanwendung (erreichbar unter: www.checkliste-wohnbau.at) erstellt. Ziel dieser Anwendung ist es, Nutzern Abfragen der Standortqualität für einen beliebigen Standort im Stadtgebiet zu erlauben. In diesem Sinne ist die Anwendung nicht als klassisches WebGIS konzipiert, sondern als task-orientierte Anwendung (Mittlböck et al. 2012) zu verstehen. Dies zeigt sich in einer deutlichen Reduktion von klassischen GIS-Steuerelementen (z. B. Zoom-Boxen, komplexe Auswahl von Kartenschichten etc.) und in einer Betonung von konkreten Handlungsanweisungen.

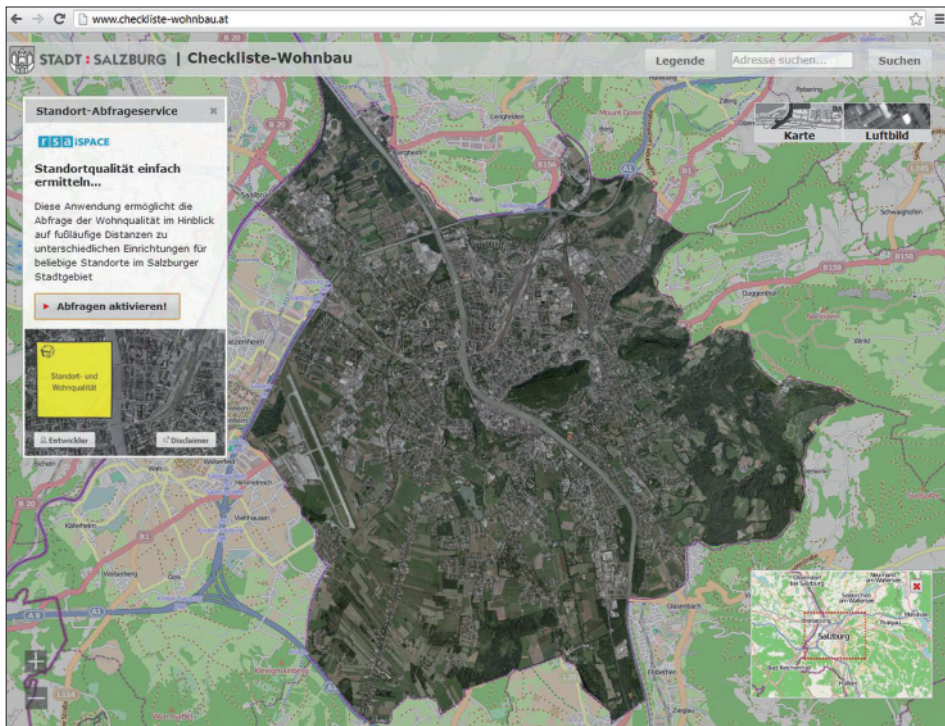


Abb. 1: Darstellung der Kartenanwendung im Webbrowser (Quelle: eigene Darstellung nach www.checkliste-wohnbau.at)

3.1 Anwendungslayout

Abbildung 1 zeigt die Anwendung im Webbrowser. Zentrales Element ist die Karte des Salzburger Stadtgebiets, in die ein User klicken und somit für eine bestimmte Position die Standortqualität abfragen kann. Je nach Bedarf kann bei der Basiskarte im Hintergrund zwischen Open Street Map Inhalten und Luftbildkacheln gewechselt werden. Weitere Elemente sind eine Infobox zur Beschreibung und Initialisierung der Anwendung, eine Übersichtskarte, ein Feld zur adress-bezogenen Datenabfrage sowie eine Legendensektion, welche zusätzlich eine kartographische Visualisierung der Gesamtbewertung der Standortqualität zulässt.

Das standort-spezifische Abfrageergebnis wird nach Klick in die Karte oder Eingabe einer Adresse in einem separaten Fenster direkt im Browserfenster tabellarisch und graphisch visualisiert (vgl. Abb. 2).

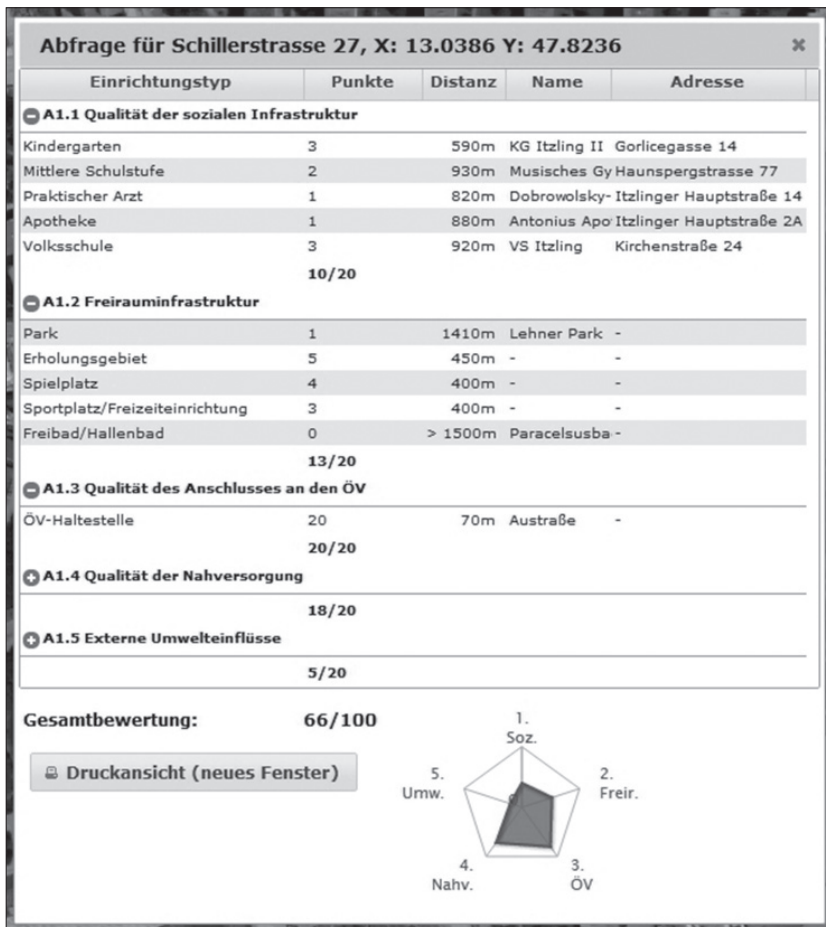


Abb. 2: Beispielhafte Ergebnisdarstellung einer Standortabfrage (Quelle: eigene Darstellung nach www.checkliste-wohnbau.at)

Die dynamisch generierte Tabelle beinhaltet die im Dokument „Checkliste“ definierten Kategorien, deren Gesamtbewertung. Nach Bedarf können auch die Einzelbewertungen, fußläufigen Distanzen, Namen und Adressen der jeweiligen Einrichtungen eingeblendet werden. Zur schnelleren Einschätzung der Stärken und Schwächen eines Standorts wird zudem zusammenfassend ein Netzdiagramm dargestellt, welches die erreichten Gesamtpunktzahlen der Kategorien (A1.1.-A1.5.) visualisiert.

3.2 Technische Eigenschaften

Das Zusammenspiel der Software-Komponenten der Kartenanwendung ist in Abbildung 3 ersichtlich. Auf zwei Anforderungen wurde bei der technischen Umsetzung der Anwendung insbesondere Wert gelegt:

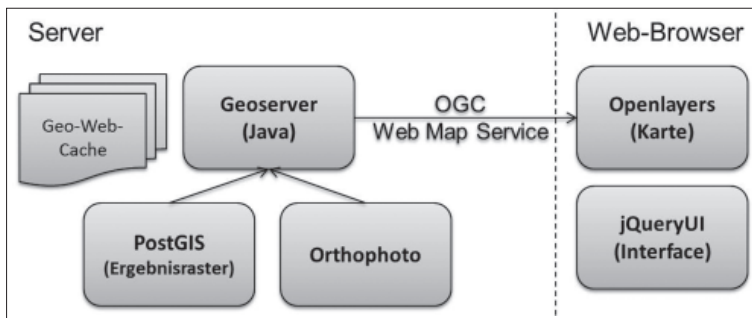


Abb. 3: Darstellung der Komponentenstruktur der webbasierten Kartenanwendung (Quelle: eigene Darstellung)

- Anwendung von Open Geospatial Consortium (OGC) Standards:
 - Zum Abrufen von Kartenbildern und positionsbezogenen Daten wurde auf Operationen der OGC OpenGIS® Web Map Server Implementationsspezifikation (OGC 2006) zurückgegriffen.
- Verwendung von OpenSource Software-Komponenten:
 - Geoserver ist ein Java-basierter Kartenserver, der verschiedene GIS-Datenformate als OGC WMS bereitstellt, d. h. die zuvor mit Desktop-GIS berechneten Ergebnisdaten werden als Web Service standardisiert zum Abruf zur Verfügung gestellt.
 - PostGIS ist eine räumliche Erweiterung der PostgreSQL Datenbank und dient hier dem Kartenserver als Datenquelle. Die Datenbank stellt die vektorbasierten Ergebniszellen für das Salzburger Stadtgebiet bereit.
 - Openlayers ist eine JavaScript API (und wird damit direkt im Browser des Nutzers ausgeführt), die Funktionen zur Darstellung und Handhabung von Karten im Webbrowser bereitstellt. Sie unterstützt den OGC WMS und kann direkt von einem WMS Karten-Server Daten abfragen.

4 Fazit

Die webbasierte Kartenanwendung „Checkliste-Wohnbau“ ist eine greifbare Veröffentlichung stadt- und raumplanerischer Konzepte. Zumindest ein Aspekt aus dem weiten Begriff „Nachhaltigkeit im Wohnbau“ wird dadurch verschiedenen Nutzergruppen leicht verständlich nahegebracht. Raum- und Stadtplaner, Wohnbauträger, Makler aber auch Wohnungssuchende können damit prinzipiell nachhaltigere Wohnstandortentscheidungen durch diesen einfach zu bedienenden aber doch analytisch-wertenden Informationszugang treffen.

Eine Erweiterung der Applikation auf Umland-Gemeinden der Stadt Salzburg wird derzeit vorbereitet. Auch die Übertragbarkeit auf andere Städte und Regionen ist gut möglich. Funktionale Erweiterungen werden derzeit diskutiert, vor allem eine Integration von dynamischen Daten zur ÖV-Anbindung (zur objektiveren Bewertung der ÖV-Qualität). So ist u. a. die Integration einer Routingmöglichkeit von und zu von Nutzern eingegeben Zielen eine wünschenswerte Erweiterung. Aber auch in diesem Fall gilt, wie für die gesamte bestehende Anwendung, das Prinzip, diese WebGIS Applikation weiterhin einfach bedienbar und leicht verständlich zu halten. Die Rückmeldungen zur bestehenden Applikation bestätigen, dass auch Laien damit gut umgehen können und die Anwendung schätzen.

5 Literatur

- Amt der Salzburger Landesregierung, Abteilung 7 – Raumplanung (2009): Sachprogramm Standortentwicklung für Wohnen und Arbeiten im Salzburger Zentralraum. Salzburg.
- ARGE Baukulturreport; Chromy H. (2006): Österreichischer Baukulturreport 2006. Wien.
- Mittlböck, M.; Morper-Busch, L.; Atzl, C.; Klug, H. (2012): Task-orientierte Web-Maps zur kompakten Visualisierung kartographischer Inhalte. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2012 – Beiträge zum 24. AGIT-Symposium. Salzburg, 333-338.
- OGC – Open Geospatial Consortium (2006): OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification 1.3.
- ÖROK – Die Österreichische Raumordnungskonferenz (2011): Österreichisches Raumentwicklungskonzept ÖREK 2011. Wien.
- Schnürch, D.; Herbst, S.; Prinz, T.; Reithofer, J. (2012): Webbasierter Informationsdienst für die Checkliste eines nachhaltigen Wohnbaus. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2012 – Beiträge zum 24. AGIT-Symposium. Salzburg, 723-728.
- Stadt Salzburg – Amt für Stadtplanung und Verkehr (2012): Checkliste zur Nachhaltigkeitsbewertung Wohnbau Stadt Salzburg. Bericht Version 2.0. In Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Ökologieinstitut und der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie. Salzburg.

Nutzung erneuerbarer Energiepotenziale

Erneuerbare Energien – Potenziale und ihre räumliche Verteilung in Deutschland

Luis Carr, Tobias Schmid

Zusammenfassung

Seit dem Jahr 2000 wird durch das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) der Ausbau von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung sehr wirksam gefördert. Der jährliche Zubau an erneuerbaren Energien ist bereits so hoch, dass die Prognosen der meisten Studien deutlich überschritten werden. Die große Anzahl an dezentralen Stromerzeugern – mittlerweile über eine Million Anlagen – stellt die Stromversorgung vor neue Herausforderungen.

Der Umbau der Stromversorgung von einem rein zentralen System hin zu einem System aus dezentralen und zentralen Stromerzeugern bietet viele neue Einsatzmöglichkeiten für Geoinformationssysteme (GIS). Es lassen sich der historische Ausbau, das Potenzial und mögliche zukünftige Entwicklungen für Photovoltaik und Windkraft abbilden. Durch die Wahl einer hohen räumlichen Auflösung können dabei regionale Unterschiede identifiziert und interpretiert werden.

1 Einführung

Seit dem Jahr 2000 wird durch das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (auch: Erneuerbare-Energien-Gesetz, kurz EEG) der Ausbau von erneuerbaren Energien sehr wirksam gefördert. Wie erfolgreich der Ausbau ist, wird vor allem beim Vergleich der jährlich aktualisierten Leitszenarien – Teil der umfassenderen Leitstudien – deutlich (Szenario A) (Nitsch et al. 2007-2012). In den Leitszenarien wird erläutert, „wie die Ziele der Bundesregierung zum Ausbau erneuerbarer Energien (...) umgesetzt werden können“. Für die wichtigsten erneuerbaren Energieträger wird der Ausbau für die nächsten Jahre und Jahrzehnte prognostiziert.

Der Vergleich der Ausbauszenarien verschiedener Veröffentlichungsjahre in Abbildung 1 zeigt deutlich, dass eine kontinuierliche Anpassung hin zu höheren installierten Leistungen notwendig war. Vor allem der schnelle Ausbau im Bereich der Photovoltaik ist hier deutlich zu erkennen.

2 Modellierung von Ausbauszenarien für erneuerbare Energien

Mittels GIS ist es möglich, den historischen Ausbau, das Potenzial und Szenarien für die zukünftige Entwicklung von Windkraft und Photovoltaik zu analysieren und mit detailiertem Raumbezug für verschiedene Zeitschnitte zu modellieren.

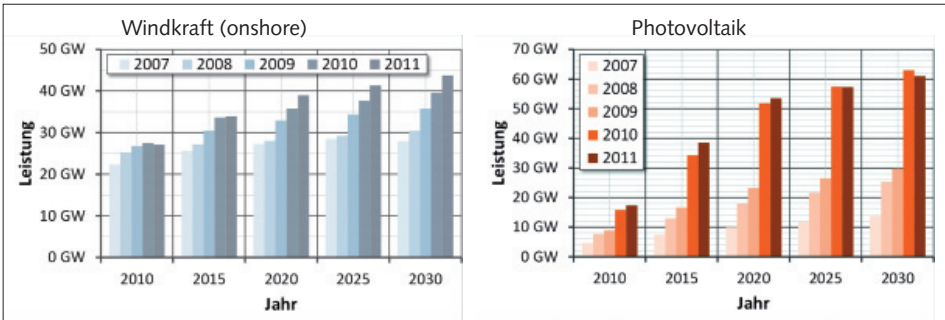


Abb. 1: Vergleich der Ausbauszenarien für Windkraft und Photovoltaik für verschiedene Veröffentlichungsjahre der Leitstudie, Szenario A (Quelle: Nitsch et al. 2007-2012)

2.1 Potenzialanalyse Windkraft

Geeignete Standorte von Windkraftanlagen erfüllen zum einen die notwendigen Abstände zu Siedlungen, Verkehrswegen, Schutzgebieten, usw. und weisen zum anderen einen potenziell hohen Ertrag auf. Alle Flächen, für welche die notwendigen Abstände zutreffen, werden nachfolgend als Eignungsflächen für Windkraft bezeichnet. Bei der Planung neuer Windparks ist zudem die Größe der Windkrafteignungsfläche entscheidend. So wird für einen Windpark, bestehend aus zehn Windkraftanlagen mit einer Leistung von je 2,5 MW, eine Fläche von rund 250 ha benötigt.

Zur Bestimmung des Windpotenzials werden zunächst die Windkrafteignungsflächen bestimmt. Diese sind definiert über die gesamte Fläche abzüglich aller Windkraftausschlussflächen. In Windkraftausschlussflächen ist die Installation von Windkraftanlagen generell nicht zugelassen. Unter Berücksichtigung der Vorgaben aus dem Windenergie-Erlass für Nordrhein-Westfalen (MKUNRW 2011) und Bayern (StMWFK, StMWIVT 2011) wurden die folgenden Windkraftausschlussflächen berücksichtigt:

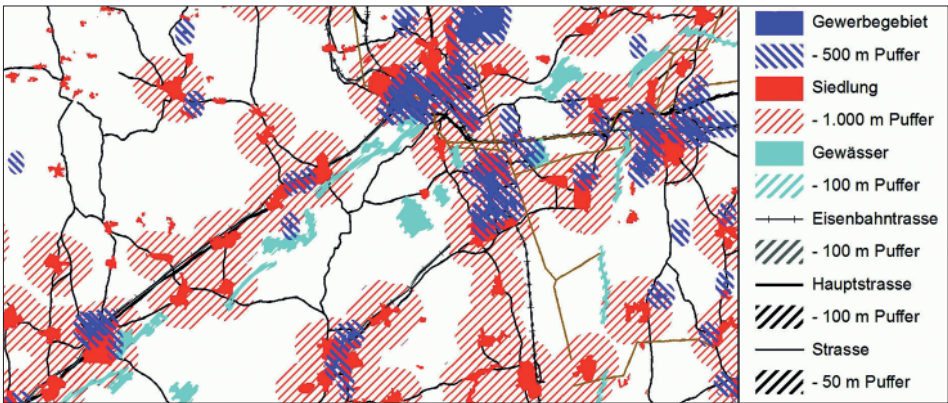


Abb. 2: Schematische Darstellung der Siedlungs- und Verkehrsflächen inklusive Puffer für Windkraftausschlussflächen (Quelle: OSM 2012; UBA 2010)

- Siedlungsgebiete inklusive eines Puffers von 1 000 m
- gewerbliche und industrielle Gebiete inklusive eines Puffers von 500 m
- Fauna-Flora-Habitat-Schutzgebiete (FFH-Richtlinie 92/43/EWG (EU 1992)) inklusive eines Puffers von 500 m
- Vogelschutzgebiete (EU Vogelschutzrichtlinie 2009/147/EG (EU 2009)) inklusive eines Puffers von 500 m
- Naturschutzgebiete (NSG) inklusive eines Puffers von 500 m
- Nationalparks (NTP) inklusive eines Puffers von 500 m
- große Hauptverkehrsstraßen nach OpenStreetMap inklusive eines Puffers von 100 m
- kleinere Hauptverkehrsstraßen nach OpenStreetMap inklusive eines Puffers von 50 m
- Stromleitungen inklusive eines Puffers von 50 m
- Eisenbahnstrecken inklusive eines Puffers von 100 m
- Biotop gem. §§ 30 BNatSchG (BRD 2009)
- Gewässer inklusive eines Puffers von 100 m (UBA 2010)

Daten zu den Schutzgebieten sind frei verfügbar und können über das Bundesamt für Naturschutz oder die entsprechenden Landesämter bezogen werden (BfN 2011). Da für die Planung von Windkraftanlagen die Pufferabstände sehr von dem jeweiligen Einzelfall abhängig sind, werden die Abstände eher großzügig gewählt, um mögliche Nutzungskonflikte vollständig auszuschließen. Folglich wären im Einzelfall auch geringere Abstände möglich.

Die folgenden Gebiete mit eingeschränkter Nutzbarkeit für Windkraftanlagen werden ebenfalls berücksichtigt:

- Landschaftsschutzgebiete (BfN 2011)
- Naturparks (BfN 2011)
- Biosphärenreservate (BfN 2011)
- Waldgebiete (UBA 2010)

Flächen in diesen Gebieten sind als Standorte für Windkraftanlagen weniger geeignet. Sie werden somit nicht vollständig ausgeschlossen, sondern abgewertet, da in Einzelfällen eine Eignung dieser Flächen gegeben sein kann (Loibl 2008). Über die resultierenden Eignungsflächen in Kombination mit den potenziellen Volllaststunden für Windkraft kann somit das Potenzial für Windkraft räumlich abgebildet werden.

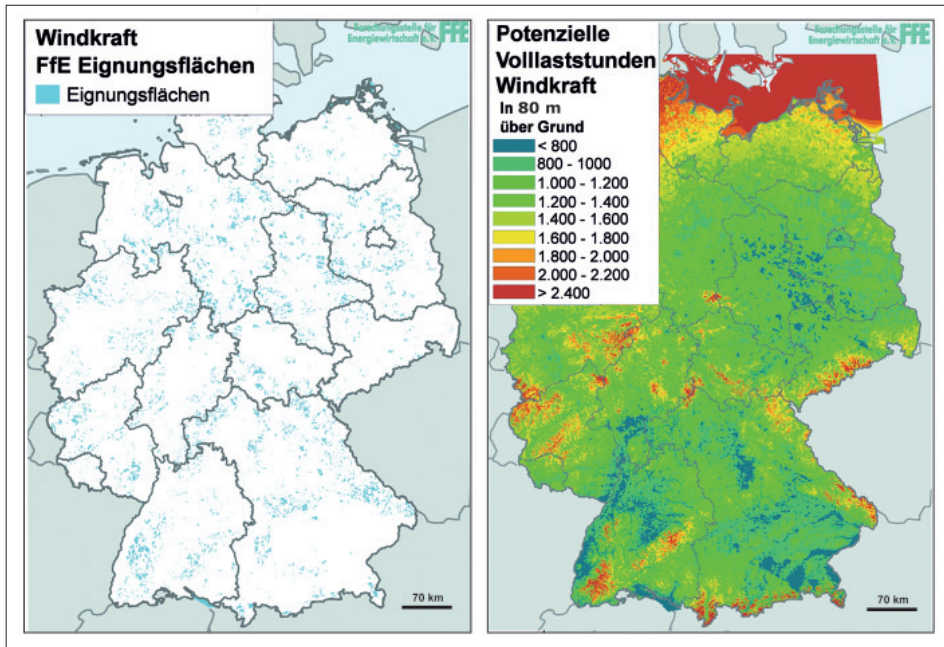


Abb. 3: Eignungsflächen (links) und potenzielle Volllaststunden (rechts) für Windkraft (Quelle: BfN 2011; DWD 2012; UBA 2010; eigene Berechnungen)

2.2 Ausbauszenarien Windkraft

Auf Basis der Potenzialanalyse Windkraft ist es möglich, über das WindSzenarioTool WiSTI der Forschungsstelle für Energiewirtschaft, München (FfE) den Ausbau der Windkraft anlagenbezogen zu modellieren. Dabei werden berücksichtigt:

- Eignungsflächen für Windkraft
- bereits ausgewiesene, geplante und vorläufige Vorranggebiete für Windkraft
- Gebiete mit eingeschränkter Nutzbarkeit für Windkraftanlagen
- potenzielle Volllaststunden im 200 m-Raster in 80 m über Grund, berechnet aus den Weibull-Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2012)
- Windkraft-Bestandsanlagen (Standorte und Kenndaten, sofern verfügbar)

Die Modellierung des Ausbaus der Windkraft erfolgte anlagenbezogen über das WindSzenarioTool WiSTI der FfE. Als Ergebnis können Erwartungswerte für die installierte Leistung aus Windkraftanlagen in einem entsprechenden Raster sowie aggregiert je Gemeinde generiert werden.

2.3 Potenzial Photovoltaik

Das Potenzial für Photovoltaik (PV) wird über den Datenbestand aus dem FfE-Regionenmodell entnommen (Beer, Schmid 2010). Zu den Eingangsdaten zählen unter anderem:

- Statistische Daten zum Wohngebäudebestand (DESTATIS 2012)
- Daten zur Flächennutzung (OSM 2012) (UBA 2010), (DESTATIS 2012)
- Statistische Daten zur Landwirtschaft (DESTATIS 2012) und Gebäudemodell für landwirtschaftliche Gebäude (KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft)
- Analysen zur Häufigkeitsverteilung von Dachaufbauten und Dachflächenfenstern (Schmid; Pfeifroth 2011)
- Auswertungen von Solardachkatastern (SDK 2010), (SDK 2012)
- Verteilung des Gebäudebestands nach Siedlungstypen (AGFW 2004)

Basierend auf diesen Daten wird das PV-Potenzial differenziert nach den verschiedenen Gebäudetypen bestimmt. Das Potenzial stellt im Folgenden eine wichtige Eingangsgröße bei der Definition von Ausbauszenarien dar. In Tabelle 1 sind die Potenziale für die verschiedenen Gebäudetypen für Deutschland dargestellt. Das gesamte Potenzial in Deutschland beträgt 200 GW.

Tab. 1: PV-Potenzial nach Gebäudetyp (Quelle: eigene Berechnungen)

	Deutschland
Wohnen	110 GW
Wohngebäude	104 GW
Garage	6 GW
Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	59 GW
Büro- und Verwaltungsgebäude	15 GW
Gebäude in Gewerbegebieten	37 GW
Sonstige Gebäude	7 GW
Landwirtschaft	31 GW
Tierhaltung	17 GW
Lagerhallen	4 GW
Maschinenhallen	10 GW
Summe	200 GW

2.4 Ausbauszenarien Photovoltaik

Basierend auf dem bisherigen Photovoltaik Ausbau (erfasst durch das EEGAnlagenregister der Übertragungsnetzbetreiber und den Veröffentlichungen der Bundesnetzagentur (BNETZA 2013), dem Potenzial und einer asymmetrischen Sigmoidkurve kann der zukünftige PV-Ausbau auf Gebäuden, wie in Abbildung 4 dargestellt für jede Gemeinde modelliert werden. Die linke Ausbaukurve repräsentiert eine Gemeinde mit bisher langsam fortschreitendem Ausbau, wohingegen die rechte Ausbaukurve eine Gemeinde mit bisher schnell fortschreitendem Ausbau repräsentiert – dort sind bereits ca. 50 % des Potenzials auf Gebäuden erschlossen.

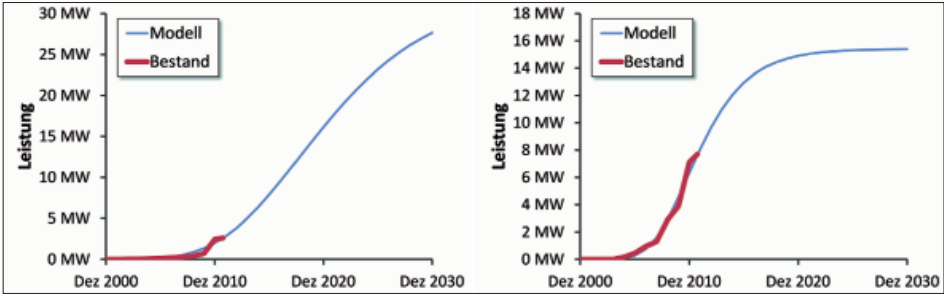


Abb. 4: Ausbaukurven für PV-Anlagen auf Gebäuden zweier ausgewählter Gemeinden (Quelle: Schmid 2010; eigene Berechnungen)

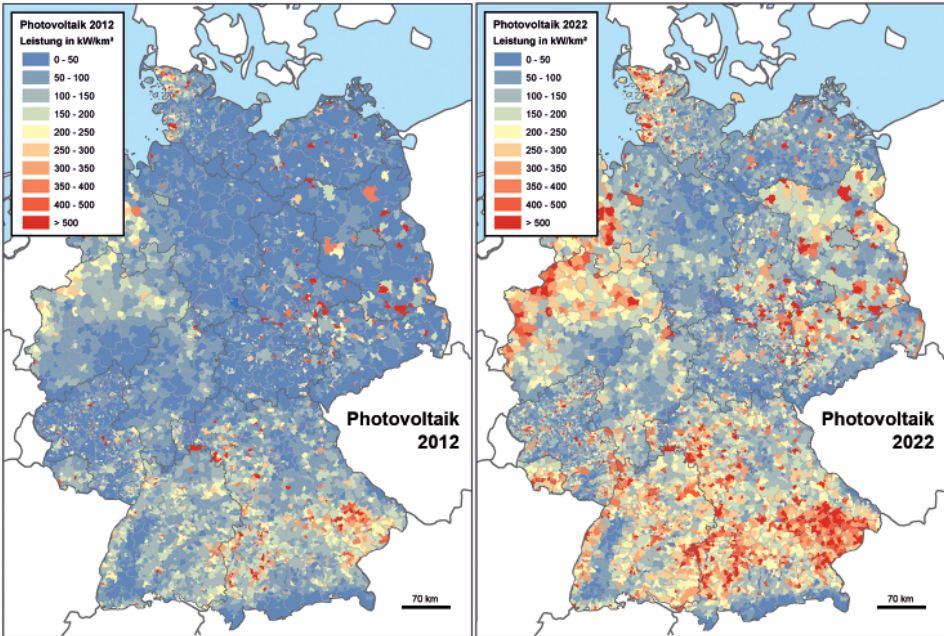


Abb. 5: Installierte PV-Leistung je Gemeinde für die Jahre 2012 und Szenario 2022 (Quelle: Schmid 2013)

Neben dem Ausbau von PV-Anlagen auf Gebäuden werden auch Freiflächenanlagen gebaut. Das Potenzial für Freiflächenanlagen ist bei Nutzung aller Konversionsflächen und Flächen entlang von Verkehrswegen sehr hoch. Darum lässt sich ein Ansatz wie bei den PV-Anlagen auf Gebäuden nicht anwenden. Vereinfachend ist hier eine Fortschreibung des Anteils der Freiflächenanlagen am gesamten Zubau für die letzten Jahre möglich.

3 Fazit

Die vorgestellten Potenzialanalysen und Ausbauszenarien ermöglichen es, den zukünftig zu erwartenden Ausbau der erneuerbaren Energien nicht nur zeitlich, sondern auch räumlich abzubilden. Jedoch ist gerade im Hinblick auf überregionale Studien zur Prognose des zukünftigen Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland eine flächendeckende und konsistente Datenbasis des Anlagenbestands, der Vorranggebiete und der Flächennutzung erforderlich.

4 Literatur

- AGFW – Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft e. V.; Pfaffenberger, W. et al. (2004): Pluralistische Wärmeversorgung: Strategien und Technologien einer pluralistischen Fern- und Nahwärmeversorgung in einem liberalisierten Energiemarkt unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung und regenerativer Energien, Band 1. Wirtschaftliche Rahmendaten; Räumlich verteilter Energiebedarf; Digitale Wärmekarte. Frankfurt a. M.
- Beer, M.; Schmid, T. (2010): Das Regionenmodell – Neue Ansätze zur Modellierung von Energiesystemen. In: BWK Bd. 62(10)/2010. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure.
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2011): Schutzgebietsdaten Deutschlands im Shapeformat (Natura 2000, Biosphärenreservate, Nationalparke, Naturparke, Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete). Bonn.
- BNETZA – Bundesnetzagentur (2013): Photovoltaikanlagen: Datenmeldungen sowie EEG-Vergütungssätze. Bonn.
- BRD – Bundesrepublik Deutschland (2009): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG) – Zuletzt geändert durch Art. 2 G v. 06.10.2011 I 1986. Berlin.
- DESTATIS – Statistisches Bundesamt (2012): Regionaldatenbank. Wiesbaden. www.regionalstatistik.de (Zugriff: 04.07.2012).
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2012): Digitale Weibulldaten der Windgeschwindigkeit für gesamt Deutschland im 200 m-Raster. Offenbach.
- EU – Europäischen Union (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen – (ABl. L 206 vom 22.07.1992, S. 7). Brüssel: Rat der Europäischen Union.

- EU – Europäische Union (2009): Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten. Brüssel.
- Loibl, H. (2008): Landschaftsschutzgebiet spricht nicht gegen Windkraftanlage. Regensburg: Paluka Sobola.
www.paluka.de (Zugriff: 16.03.2011).
- MKUNRW – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2011): Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) vom 11.07.2011. Düsseldorf.
- Nitsch, J. (2007): Leitstudie 2007 „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ – Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Nitsch, J. (2008): Leitstudie 2008 – Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Nitsch, J. et al. (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland – Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
www.dlr.de/tt/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/publications/Oekologisch_optimierter_Ausbau_Langfassung.pdf (Zugriff: August 2013).
- Nitsch, J. et al. (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – Leitszenario 2011. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Nitsch, J.; Wenzel, B. (2009): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland – Leitszenario 2009. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Nitsch, J.; Wenzel, B. (2010): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – Entwicklung der EEG-Vergütungen, EEG-Differenzkosten und der EEG-Umlage bis zum Jahr 2030 auf Basis des Leitszenario 2010. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- OSM – OpenStreetMap (2012): OSM – Deutschland.
www.openstreetmap.de (Zugriff: 03.02.2012).
- Schmid, T. (2010): EEG-Datenbank. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.
- Schmid, T. (2013): Energiewende und Demographie – Neue Herausforderungen für Netzbetreiber. In: FfE-Fachtagung 2013. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE).
www.ffe.de/wissenffe/artikel/ (Zugriff: 01.04.2013).
- Schmid, T.; Pfeifroth, P. (2011): EEG-Potentialstudie Bayern – Ausbauplanung im 110 kV-Netz. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE).

SDK – Solardachkataster (2010): Darmstadt: Agenda Büro, Vermessungsamt. www.darmstadt.de/software/cityguide/SOLAR/html/de/indexsolar.html (Zugriff: 27.11.2010).

SDK – Solardachkataster (2012): Solaratlas Hamburg. Hamburg: HAMBURG ENERGIE SOLAR GmbH.

StMWFK – Das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst; StMWIVT – Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (2011): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) – Windenergie-Erlass Bayern – Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Wissenschaft, Forschung und Kunst, der Finanzen, für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, für Umwelt und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München: Bayerische Staatsregierung.

UBA – Umweltbundesamt (2010): CORINE Land Cover (CLC) 2006 – Legende. Dessau-Roßlau.

Einsatzmöglichkeiten der Erdbeobachtung auf dem Weg zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieversorgung

Thomas Esch, Markus Tum

Zusammenfassung

Die Erschließung erneuerbarer Energien gehört zu den wichtigsten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Von zentraler Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Bewertung von Flächenpotenzialen, die Bestimmung geeigneter Standorte, die Abwägung von Nutzungsinteressen sowie die Erfassung von Trends und Auswirkungen auf die Landschaftsgestaltung. Für diese Anforderungen und Aufgaben sind aktuelle, in ihrer räumlichen und thematischen Güte hochwertige Geodaten ein unverzichtbarer Bestandteil. Mit Blick auf die Erhebung von Geoinformationen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen hat sich die Satellitenfernerkundung zu einem erfolgreichen Werkzeug entwickelt. So bieten die Erdbeobachtung und darauf basierende Geoinformationsdienste vielversprechende Nutzungspotenziale hinsichtlich der Ergänzung bestehender sowie Bereitstellung fehlender Raumdatenbestände für energiebezogene Fragestellungen. Dieser Beitrag stellt beispielhaft Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung sowie entsprechende Techniken und Geoinformationsprodukte zur Unterstützung eines Landmanagements dar, das auf die Erschließung von Potenzialen erneuerbarer Energien ausgerichtet ist.

1 Fernerkundung zur Unterstützung der Energiewende

Satellitensensoren liefern heute digitale Aufnahmen der Erdoberfläche in einer räumlichen Auflösung von rund einem Kilometer (z. B. MODIS, MERIS) bis hin zu unter einem Meter (z. B. WorldView, QuickBird, IKONOS). Die zeitliche Wiederholrate variiert zwischen täglichen Datenaufzeichnungen und Erhebungen im monatlichen Turnus. Dabei hat sich die Erdbeobachtungstechnologie in den vergangenen Jahren von einer zu Beginn eher experimentell geprägten Ausrichtung stetig in Richtung eines operativen Betriebes entwickelt, der eine langfristige, regelmäßige und qualitätsgeprüfte Bereitstellung von Geodaten und höherwertigen Informationsprodukten gewährleistet. Damit können Daten und Produkte einerseits gezielt auf Anfrage für spezifische Anwendungen, Zeiten oder Regionen aufgezeichnet werden, andererseits lässt sich aber auch ein systematisches und flächendeckendes Monitoring der Erdoberfläche umsetzen. Vor diesem Hintergrund weist die satellitengestützte Erdbeobachtung auch mit Blick auf den Geodatenbedarf zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieversorgung vielversprechende Einsatzmöglichkeiten auf.

Fernerkundungsunterstützte Anwendungen wie Windfeldanalysen, die Erhebung von Einstrahlungsdaten oder die Bestimmung von Solarflächenpotenzialen werden bereits seit einigen Jahren von Unternehmen kommerziell angeboten und sind fest in bestehende Planungsabläufe etabliert. Nichtsdestotrotz wurde im Rahmen verschiedener nationaler Veranstaltungen seitens Politik, Verwaltung, Planung, Privatwirtschaft und Wissenschaft wiederholt der Bedarf zur Bereitstellung fehlender bzw. Ergänzung bestehender Geodatenbestände und Geoinformationsprodukte zur Unterstützung der Energiewende in Deutschland formuliert.

2 Geodaten für den Energiesektor – Beispiele satellitenbasierter Auswertungen

Mit Blick auf den formulierten Bedarf nach räumlich und thematisch erweiterten Geodaten zur Unterstützung einer nachhaltigen Energieversorgung ist die Erhebung raumbezogener Daten aus Satellitenbilddauswertungen gerade im Hinblick auf die Potenzialbewertung, Standortauswahl, Vermeidung von Nutzungskonflikten und das Monitoring von Auswirkungen und Trends als besonders nutzbringend einzuschätzen. Dies gilt etwa für die flächendeckende Bestimmung des Biomasseaufkommens im Kontext von Standortbewertungen oder die flurstückbezogene Erfassung landwirtschaftlicher Anbauprodukte zur Abschätzung von regionalen Strohpotenzialen. Darüber hinaus bietet sich der Einsatz von Fernerkundungsverfahren auch zur Erfassung, Visualisierung und Dokumentation von Entwicklungen und Trends an – z. B. bei der Umgestaltung von Landschaften vor dem Hintergrund energiepolitischer Entscheidungen oder dem wachsenden Energieverbrauch und steigenden Nutzungskonflikten im Zuge der stetig voranschreitenden Flächeninanspruchnahme durch Siedlungen und Verkehrsinfrastruktur. Nachfolgend werden exemplarisch drei aktuelle Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Abteilung Landoberfläche (LAX) des Earth Observation Centers (EOC) am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) vorgestellt: die Modellierung von Bioenergiepotenzialen, die Erfassung landwirtschaftlicher Anbaumuster und die Bewertung von Siedlungsstrukturen hinsichtlich ihrer Eignung zum Aufbau von Wärmenetzen. Alle diese Anwendungen zielen auf die Unterstützung eines Landmanagements ab, das auf die Förderung einer nachhaltigen Energieversorgung ausgerichtet ist.

2.1 Potenzialanalyse Bioenergie

Das Biosphere Energy Transfer Hydrology (BETHY/DLR) Modell des DLR nutzt räumlich und zeitlich hochaufgelöste Fernerkundungsdaten bzw. daraus abgeleitete Parameter wie den Blattflächenindex (LAI) zur Quantifizierung von Biomasse- und Bioenergiepotenzialen. Als Eingangsdatensatz für die nachfolgend beschrie-

bene Auswertung dienten globale LAI-Daten, die in Form von 10-Tageskompositen als Zeitreihen zur Verfügung stehen sowie Informationen zur Landbedeckung und Landnutzung, die aus der Global Land Cover 2000 (GLC2000) Kartierung abgeleitet wurden. Neben diesen Fernerkundungsdaten benötigt BETHY/DLR diverse meteorologische Informationen zu Lufttemperatur, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und Bewölkung. Diese Daten werden vom European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) in geeigneter Form bereitgestellt. Ferner nutzt BETHY/DLR Informationen über den dominierenden Bodentyp aus der Harmonized World Soil Database (HWSD) und ein Höhenmodell der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

Das Pflanzenwachstum wird in Vegetationsmodellen wie BETHY/DLR so parametrisiert, dass in einem ersten Schritt die biochemischen Vorgänge der Photosynthese auf Blattebene modelliert werden. Daran anschließend erfolgt eine Extrapolation von der Blattebene auf die Bestandebene, wobei sowohl der Aufbau eines Bestandes als auch die Wechselwirkung (u. a. Energieflüsse, Wasserkreislauf) zwischen Boden, Atmosphäre und Vegetation in die Berechnungen einfließen. Als Ergebnis liefert das Modell zunächst die von der Vegetation pro Flächen- und Zeiteinheit aus der Atmosphäre aufgenommene Kohlenstoffmenge – die Gesamt Primär Produktion (GPP). Da jede Pflanze durch die autotrophe Atmung wieder Kohlenstoff in Form von CO_2 an die Atmosphäre abgibt, wird in der Bilanz weniger Kohlenstoff in Form von Biomasse in der Pflanze gebunden als ursprünglich aufgenommen wurde. Diese Ausgangsgröße des Modells bezeichnet man als Netto Primär Produktion (NPP). Mithilfe von Umrechnungsfaktoren kann die NPP in Biomassepotenziale und Energiepotenziale umgerechnet werden. Hierzu werden Konversionsfaktoren wie die Beziehung von Korn-zu-Stroh oder Rübe-zu-Blatt bzw. das Verhältnis von oberirdischer zu unterirdischer Biomasse ebenso benötigt, wie Informationen über den spezifischen Wassergehalt der trockenen Biomasse und dessen Energieertrag pro Kilogramm (unterer Heizwert). Zusätzlich sind noch Abschätzungen über Nutzungskonkurrenzen notwendig (z. B. Bodendüngung durch Stroh, Eintrag in Ställe etc.).

In Abbildung 1 sind land- und forstwirtschaftliche Bioenergiepotenziale für Deutschland im Jahr 2012 illustriert. Energiepotenziale aus Stroh sind lokal um den Faktor 10 niedriger als die Potenziale aus Holzzuwachs, da für die landwirtschaftlichen Potenziale aufgrund von Nutzungskonkurrenzen nur ein kleiner Anteil des Strohs (20 %) als energetisch nutzbar angenommen wird. Demgegenüber werden 80 % des Waldzuwachses als theoretisch nutzbar angesehen. Für das Jahr 2012 konnte für das gesamte Bundesgebiet insgesamt ein Energiepotenzial in Höhe von 572 Petajoule (PJ) für die Landwirtschaft und 1938 PJ für Forstflächen berechnet werden.

Eine detaillierte Beschreibung aller Eingangsdaten sowie der Methodik zur Modellierung der NPP und Umrechnung von NPP in landwirtschaftliche und forstliche Energiepotenziale findet sich in Tum et al. (2011) und Tum et al. (2012).

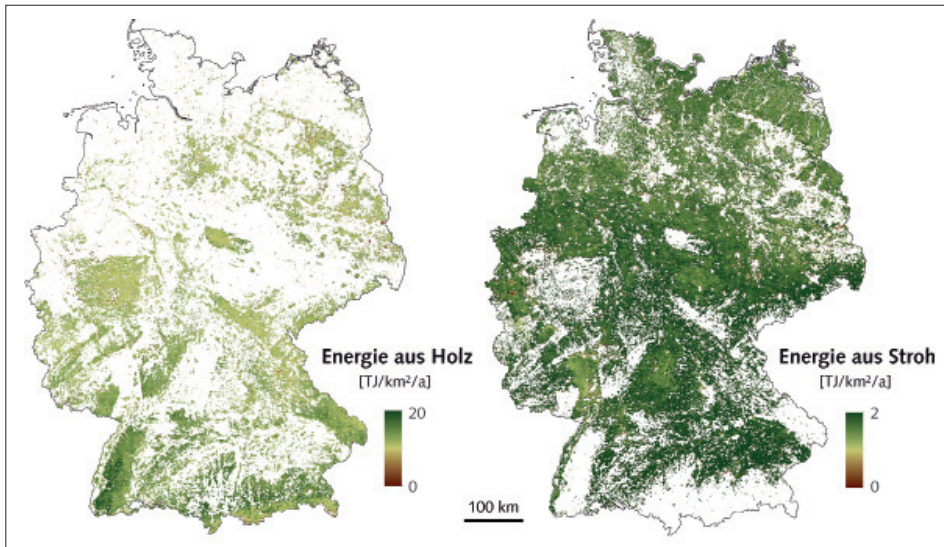


Abb. 1: Energiepotenziale aus Holzzuwachs (Forst) und Stroh (Landwirtschaft) in TJ/km²/a für das Jahr 2012 (Quelle: DLR)

2.2 Kartierung landwirtschaftlicher Anbaumuster

Im Zusammenhang mit der Klimaschutzpolitik, den Anstrengungen zur Reduzierung des CO₂-Verbrauches sowie der Umsetzung einer nachhaltigen Energieversorgung ist mit Blick auf die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland die verstärkte Nutzung von Bioenergie-Rohstoffen als neue Komponente neben Aspekten wie Ernährungssicherheit, Nahrungsmittelqualität und nachhaltiger Bewirtschaftung hinzugekommen. Dies schlägt sich u. a. in der Förderpolitik hinsichtlich Biogasanlagen und im Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) nieder. So hat die Möglichkeit, Ökostrom aus Biogasanlagen über das EEG vergütet zu bekommen, den Anbau von Feldfrüchten in der letzten Dekade stark beeinflusst – z. B. in Form einer Zunahme der Anbaufläche von Silomais (DMK, 2013). Die neuen Fördermaßnahmen für den Anbau von Energierohstoffen sind auch ein Treiber für die vermehrte Umwidmung von Grünlandflächen in ackerbaulich genutzte Areale. Neben dem Verlust von Anbauflächen für die Nahrungsmittelproduktion sind dabei vor allem die ökologischen Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Mais oder anderen Energienutzpflanzen kritisch zu bewerten.

Die teils rapiden Wandlungsprozesse in der Kulturlandschaft führen vor Augen, dass eine kontinuierliche und zeitnahe Beobachtung der Nutzungsintensität und Anbauflächenentwicklung notwendig ist, um Trends und (regionale) Fehlentwicklungen im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung schneller identifizieren und auf Basis dieser Informationen effektiv gegensteuern zu können. Die Satellitenfernerkundung bietet hierzu eine ideale Basis, da sie räumlich und zeitlich präzise Analysen ermög-

licht, die zudem leicht in räumliche Informationssysteme integriert und dort mit weiteren Daten – etwa statistischen Informationen oder Geometrien der amtlichen Vermessung – verschnitten werden können. Darüber hinaus lassen sich sinnvolle Nutzungspotenziale ermitteln, um beispielsweise Flächen mit verwertbaren Strohanteilen durch den Getreideanbau oder auch räumliche Potenziale durch verstärkt anfallenden Heckenschnitt bei landespflegerischen Maßnahmen zu bestimmen. Zudem können entsprechende Informationen zur optimierten Standortbestimmung, etwa von Biogasanlagen, eingesetzt werden.

Mit Blick auf landwirtschaftsbezogene Auswertungen erschließt sich der Wert der Satellitenfernerkundung insbesondere durch die kombinierte Auswertung von Spektralinformation und phänologischen Entwicklungskurven (z. B. von Vegetationsindizes). So setzen Esch et al. (2013) hochauflösende multisaisonale Aufnahmen der Sensoren LISS-3 (23,5 m räumliche Auflösung) und AWiFS (56 m räumliche Auflösung) des Satelliten IRS-P6 zur flurstückbezogenen Klassifikation von Grünland und Hauptanbauarten von Ackerfrüchten ein. Ziel des vorgestellten Ansatzes ist es, eine Methodik bereitzustellen, die eine schnelle und flexible Erfassung und Aktualisierung von Anbaumustern für vorgegebene Interessensgebiete ermöglicht. Das Ergebnis einer solchen Auswertung ist in Abbildung 2 dargestellt.

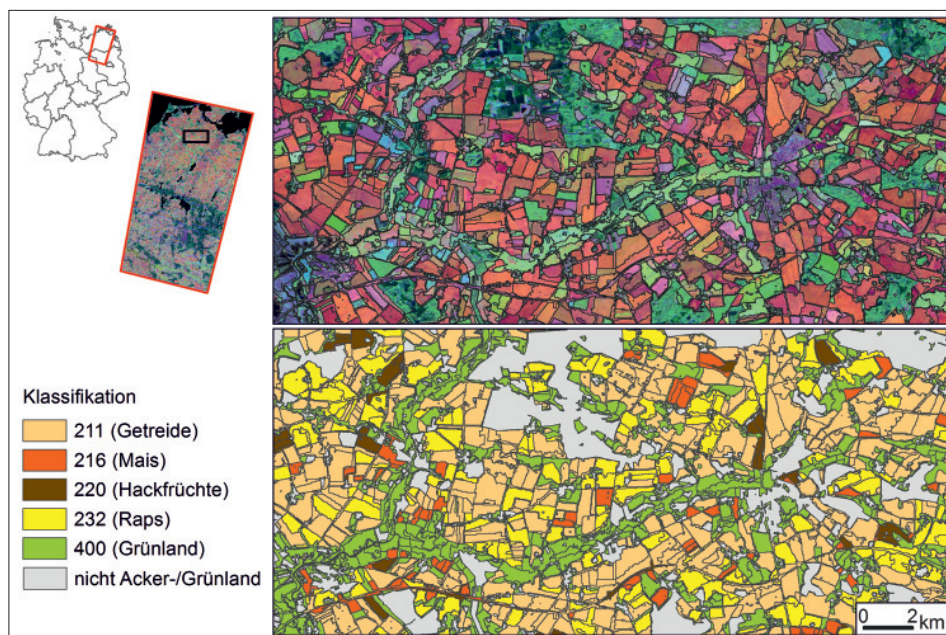


Abb. 2: Nutzung multisaisonaler Satellitenaufnahmen (oben) zur Bestimmung der landwirtschaftlichen Anbaumuster (unten) (Quelle: DLR)

2.3 Bestimmung siedlungsstruktureller Standortbedingungen zum Aufbau von Wärmenetzen

Der verstärkte Einsatz effizienter Energietechniken ist sowohl zur Erreichung von Klimaschutzzielen als auch zur Etablierung einer nachhaltigen Energieversorgung unabdingbar. Dem Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen – speziell in Kombination mit Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sowie der gesteigerten Nutzung regenerativer Nahwärme – kommt dabei zentrale Bedeutung zu. Um das Potenzial zum Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung zu bewerten, ist eine Analyse der siedlungsstrukturellen Gegebenheiten und des daraus resultierenden Entwicklungspotenzials erforderlich. Ein wichtiger Baustein ist hier die Bestimmung des aktuellen, bundesweiten Wärmenetzpotenzials, über das Aussagen bezüglich der physisch-strukturellen Standortbedingungen zur Nahwärmenutzung getroffen werden können. Das Wärmenetzpotenzial errechnet sich über den Quotienten aus jährlichem Wärmeenergiebedarf der Gebäude und Investitionskosten zur Bereitstellung der benötigten Wärme. Der entsprechende Kennwert repräsentiert die durch das Versorgungssystem jährlich erschließbare Wärmemenge (kWh/a) pro investierter Geldeinheit (Euro). Der spezifische Wärmeenergiebedarfswert hängt von Typ und Nutzung des Gebäudes, dem Baualter sowie den klimatischen Rahmenbedingungen ab. Die Abschätzung der Kosten für die Wärmeinfrastruktur basiert auf einer Analyse der Längen und zugehörigen Kosten für Hauptverteilungs- und Hausanschlussleitungen, die wiederum über eine Auswertung des Straßennetzes und der Lage der Gebäude modelliert werden kann. Der Wärmebedarf setzt sich aus dem Gebäudevolumen und dem spezifischen Wärmebedarfswert zusammen, während die Investitionskosten alle Aufwendungen für Verteilnetz, Anschlussleitungen, Hausübergabestationen sowie die Einsparungen für Heizkessel einschließen.

Abbildung 3 zeigt das Ergebnis einer deutschlandweiten Analyse des Wärmenetzpotenzials, das über eine Kombination von Top-down und Bottom-up Ansatz unter Nutzung von Verfahren der digitalen Bildanalyse und geographischer Informationssysteme ermittelt wurde (DLR 2011). Der Top-down Ansatz kommt bei der Abschätzung des Wärmebedarfs auf Grundlage von Daten zum Gebäudebestand und der klimatischen Situation zum Einsatz. Der Gebäudebestand wird dabei durch Infas-Geodaten zu Gebäudetyp (Ein-/Zwei-Familienhäuser, kleine und große Mehrfamilienhäuser) und Gebäudealter (neun Bauperioden) sowie Informationen des Statistischen Bundesamtes zur Gebäudenutzung (Wohngebäude, Nichtwohngebäude) bestimmt. Die klimatischen Gegebenheiten können mithilfe der vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellten Gradtagzahlen dargestellt werden. Die Berechnung der leitungsgebundenen Investitionskosten erfolgt Bottom-up unter Einbeziehung von Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) zur Lage von Siedlungsflächen und dem Verlauf des Straßennetzes (Ermittlung Hauptverteilungs- und Hausanschlussleitungen) sowie unter Nutzung von Informationen zum Gebäudebestand (Lage, Grundfläche),

der aus Digitalen Topographischen Karten (DTK 25) extrahiert wird. Daten zur Lage, Grundfläche und sogar dem Volumen von Gebäuden sind zwar bundesweit bereits als Geodatenatz verfügbar (z. B. Hausumringe oder 3D-Gebäudemodell LoD1), allerdings verhindern die hohen Anschaffungskosten von ~100.000 Euro bzw. 350.000 Euro derzeit eine umfassendere Nutzung.

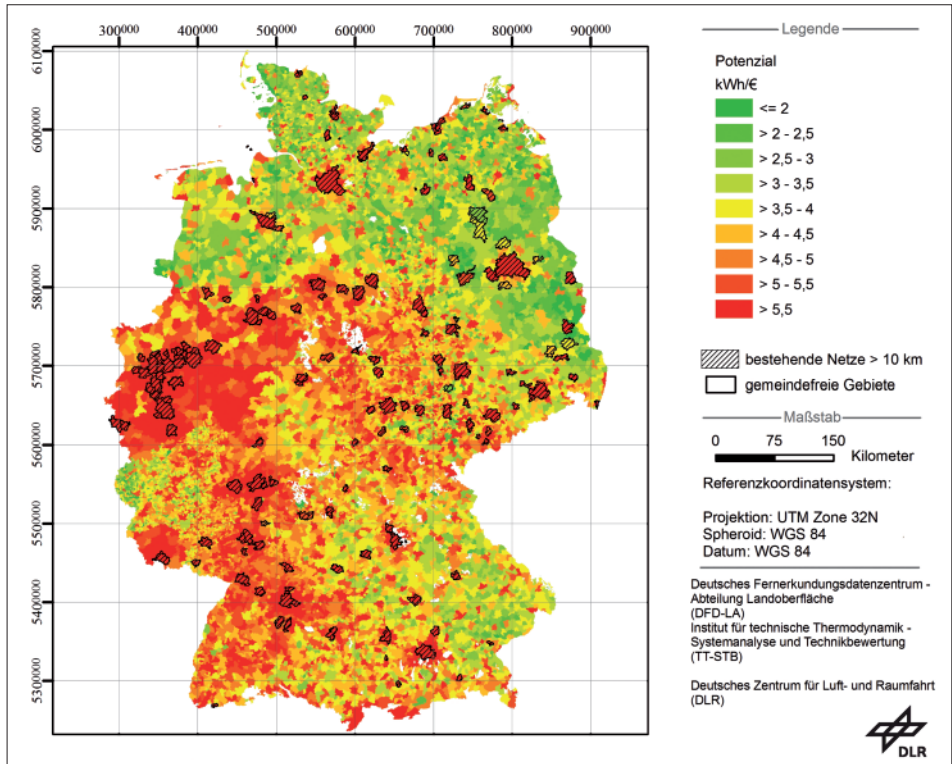


Abb. 3: Wärmenetzpotenzial der Gemeinden in Deutschland im Jahre 2011 ohne Berücksichtigung der Kosten einer konventionellen Wärmebereitstellung (Quelle: DLR)

Die Ergebnisse der Auswertung zeigen, dass das Wärmenetzpotenzial neben dem örtlichen Wärmebedarf stark von der Länge der Wärmeverteilungen abhängt. Diese ist eng an die Siedlungsstruktur gekoppelt. Daher weisen insbesondere Kernstädte und deren verdichtetes Umland hohe Werte auf, während der ländliche Raum über vergleichsweise geringe Potenziale verfügt. Grundsätzlich werden in der Südhälfte Deutschlands weithin günstige, im Nordosten hingegen relativ ungünstige Strukturen angetroffen.

3 Fazit

Die satellitengestützte Fernerkundung bietet vielseitige Chancen zur Bereitstellung von Geoinformationen für energiebezogene Fragestellungen. Die bisherigen Ergebnisse

und Erfahrungen zeigen, dass die Erdbeobachtung insbesondere hinsichtlich der Potenzialermittlung, der aktuellen Bestandserhebung sowie dem Monitoring von Veränderungen und Trends wichtige Beiträge leisten kann. Vorteile gegenüber etablierten Ansätzen und/oder Datenbeständen ergeben sich in diesem Zusammenhang vor allem bezüglich Aktualität, Flächendeckung, Vergleichbarkeit, räumlicher Detaillierung, Fortschreibung sowie Kosten. Nichtsdestotrotz ist eine operationelle Bereitstellung der erforderlichen, fernerkundungsgestützten Geoinformationsprodukte in Form zuverlässiger Dienste zentral für eine kommerzielle Produktion und somit letztlich für eine erfolgreiche Etablierung im Sektor der Planung und Verwaltung. Eckpfeiler sind in diesem Kontext die Gewährleistung einer hohen räumlichen, zeitlichen und qualitativen Kontinuität, transparente und verlässliche Beschaffungskosten und -modalitäten sowie die Nutzung von Synergien (etwa mit bestehenden Geodatenbeständen der amtlichen Vermessung). Unklare Verantwortlichkeiten, Bedarfe und Nutzeranforderungen erschweren jedoch aktuell gezielte Entwicklungen. Vor diesem Hintergrund besteht ein besonderer Bedarf hinsichtlich der Koordinierung und Bündelung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zwischen den verschiedenen Akteuren aus Planung/Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft. Ein vernetztes und konzertiertes Vorgehen ermöglicht die effektive Erschließung und Nutzung vorhandener Expertisen und Synergien. Zugleich sollte eine enge Anbindung an das GMES/Copernicus-Umfeld gewährleistet werden, um auf diese Weise die Anforderungen hinsichtlich Datenkontinuität und Servicebereitstellung zu erfüllen.

4 Literatur

- DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (2011): Potenzialanalyse zum Aufbau von Wärmenetzen unter Auswertung siedlungsstruktureller Merkmale. Endbericht (BMVBS/BBSR FKZ 3004775).
[www://elib.dlr.de/76816/1/Waermenetzpotenzial_DLR_Endbericht_final.pdf](http://elib.dlr.de/76816/1/Waermenetzpotenzial_DLR_Endbericht_final.pdf) (Zugriff: 02.07.2013).
- DMK – Deutsches Maiskomitee e. V. (2013): Bedeutung des Maisanbaues in Deutschland. www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland (Zugriff: 02.07.2013).
- Esch, T.; Metz, A.; Keil, M.; Marconcini, M. (2013): Combined use of multi-seasonal high and medium resolution satellite imagery for parcel-related updating of cropland and grassland distribution. *Int. J. Applied Earth Observation and Geoinformation*, Special Issue „EO agriculture and agri-environmental monitoring“. Submitted.
- Tum, M.; Buchhorn, M.; Günther, K. P.; Haller B. C. (2011): Validation of modeled forest biomass in Germany using BETHY/DLR. *Geosci. Mod. Develop.*, 4, 1019-1034.
- Tum, M.; Günther, K. P.; Kappas, M. (2013): A process-based vegetation model for estimating agricultural bioenergy potentials. In: Ruppert, H.; Kappas, M.; Ibendorf J. (Hrsg.): *Sustainable Bioenergy Production – An integrated approach*. Springer, Dordrecht.

Regional- und Städtestatistik

Europa vergleichbar machen – der Weg zu einer kleinräumigen harmonisierten Regionalstatistik

Gunter Schäfer

Zusammenfassung

Innerhalb der Europäischen Kommission und auch im Bereich der Statistik, vertreten auf europäischer Ebene durch Eurostat, gibt es eine wachsende Zahl von Projekten mit der Zielsetzung, mithilfe der Georeferenzierung, z. B. über Adresskodierung und Koordinatenzuweisung, die Basis der statistischen Arbeit zu verbessern bzw. die Grundlagen für neue statische Methoden zu schaffen. Diese Projekte konzentrieren sich heute primär auf die Bevölkerung, insbesondere weil durch den europa- und weltweiten Zensus verbesserte Bedingungen geschaffen wurden. In vielen Ländern wurde die Georeferenzierung bereits aktiv in die Planung und Durchführung des Zensus einbezogen. Die Kenntnis, wo genau die Bevölkerung wohnt, ist eine wichtige Basis für weiterreichende Projekte, z. B. der verbesserten Charakterisierung von Regionen und damit der Möglichkeit, Mittel der Regionalförderung in der Europäischen Union zielgerichteter einzusetzen.

1 NUTS als Basis räumlicher Analysen

Die NUTS-Klassifikation (Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik) ist ein hierarchisches System zur Untergliederung des EU-Wirtschaftsraumes zur Erfassung, Entwicklung und Harmonisierung regionalstatistischer Daten der EU. Das Akronym NUTS leitet sich von dem französischen Titel „Nomenclature des unités territoriales statistiques“ ab. Die NUTS-Klassifikation ist die Basis der EU-Regionalpolitik über den Einsatz von Strukturfonds. Fördergebiete und weitere prioritäre Ziele der Regionalpolitik werden auf der Basis der unterschiedlichen NUTS-Ebenen bestimmt. Die Klassifikation dient auch zur Erstellung sozio-ökonomischer Analysen von Regionen.

Allerdings gibt es in Europa sehr unterschiedliche Traditionen, wie Regionen definiert werden und wie sie in die gesamtstaatliche Verwaltung eingebunden sind. In Deutschland entspricht die NUTS-1-Ebene den Bundesländern und NUTS-3 den Kreisen und kreisfreien Städten. Damit sind diese beiden Ebenen im Bewusstsein der Bevölkerung und auch in der Verwaltung gut verankert. Die NUTS-2-Ebene von Bezirken oder Regierungsbezirken wird weniger benutzt. In Frankreich ist hingegen die NUTS-3-Ebene der Departements die dominante NUTS-Ebene (siehe Abb. 1).

Die Harmonisierung der europäischen Regionalpolitik erfordert einen einheitlichen Ansatz, der auch von der Komplexität noch handhabbar ist. Man hat sich hierbei poli-

2 Das europäische GEOSTAT-Projekt

Eine der Voraussetzungen räumlicher Analysen für viele Themenbereiche ist die genaue Lokalisierung der Bevölkerung. Das Konzept von kleinräumigen Bevölkerungsrastern hat sich hierbei als Werkzeug bewährt. Um auf europäischer Ebene vergleichbare Studien durchzuführen, ist ein solches Bevölkerungsraster unerlässlich. Das europaweite GEOSTAT-Projekt soll diese Voraussetzung schaffen (Eurostat 2013a). Ein einheitliches Raster von 1 km² wird hierbei als ausreichend angesehen. Der europaweite Zensus 2011 wird zusätzlich die Möglichkeiten bieten, eine neue qualitative Dimension zu erreichen. GEOSTAT wird auch kompatibel zu dem geographischen Gitter von INSPIRE sein.

Allerdings ist es im GEOSTAT-Projekt wegen der Heterogenität der vorliegenden Informationen notwendig, zwei Ansätze zu kombinieren. Die Aggregation von genauen geokodierten Daten erlaubt eine direkte Zuordnung der Bevölkerung zu Rastern für die Mehrzahl der Mitgliedsstaaten, unter anderem für Deutschland. In einer Reihe von Mitgliedsstaaten ist eine Geokodierung aber aus rechtlichen oder methodischen Gründen nicht möglich. Das GEOSTAT-Projekt hat als Alternative einen einheitlichen Ansatz der Disaggregation eingesetzt. Hierbei werden die Bevölkerungsgitter aus regionalen Bevölkerungsdaten für Kommunen und der Analyse von Satellitenbildern, etwa der Dichte und Art der Bebauung geschätzt.

Im Projekt durchgeführte Qualitätsüberprüfungen zeigen eindeutig die Überlegenheit der Aggregation. Im Beispiel der Niederlande (siehe Abb. 2) haben ca. 35 % aller Rasterzellen eine Abweichung von über 50 Personen. Die Analyse der Unterschiede zwischen beiden Methoden zeigt, dass gerade bei dichtbesiedelten Rastern die Unterschiede besonders groß sind, siehe Eurostat (2013a). Trotz dieser Unterschiede sind auch Rasterdaten aus der Disaggregation für viele Analysen durchaus einsetzbar.

Die Disaggregation hat weiterhin ihre natürlichen Grenzen, wenn es um Analysen geht, die auch detaillierte Eigenschaften der Bevölkerung, wie etwa Alter, Geschlecht, oder Ausbildungsstand, erfordern (siehe Abb. 2).

Insgesamt wurden im GEOSTAT-Projekt die Bevölkerungsdaten von ca. 4,9 Millionen 1-km²-Rastern errechnet oder geschätzt. In dieser Gesamtzahl sind etwa 2,9 Millionen Raster ohne Bevölkerung und ca. 14 000 Raster haben eine Bevölkerung von mehr als 5 000 Personen.

Viele der europaweit ermittelten Raster sind übrigens grenzüberschreitend und gehen damit über die Möglichkeiten rein national ermittelter Raster hinaus. Dies kommt vielen Problemstellungen der europäischen Regionalförderung, etwa für Grenzregionen, zugute.

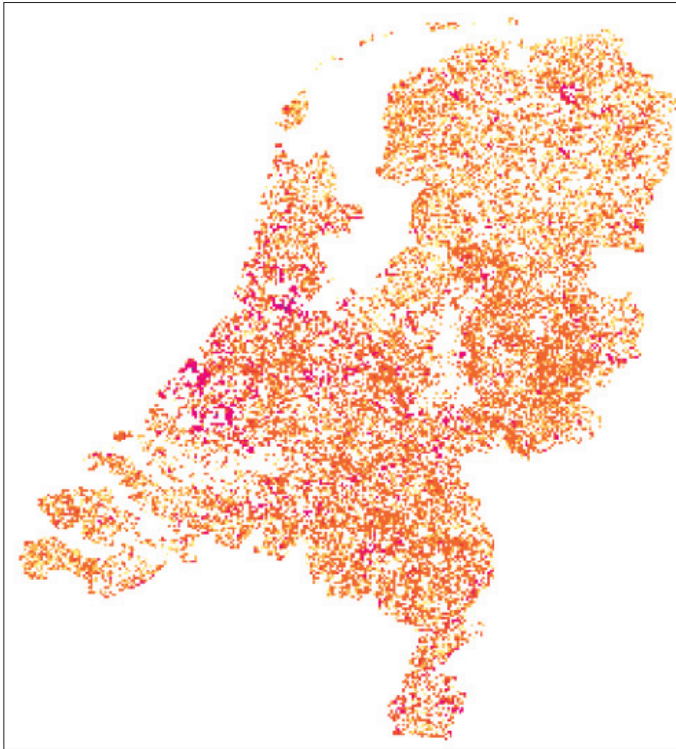


Abb. 2: Unterschiede der Bevölkerungsraster zwischen Aggregation und Disaggregation am Beispiel der Niederlande (je dunkler die Farbe, desto größer die Differenz) (Quelle: Eurostat 2013)

3 Einsatz des Bevölkerungsgitters für die Statistik

Bereits erste Anwendungen von Rasterdaten haben ihr Potenzial für die Statistik gezeigt obwohl nur Probedaten aus dem Jahr 2006 zur Verfügung standen. Ein wichtiges Projekt wurde in Zusammenarbeit der Europäischen Kommission und der OECD durchgeführt, um die Klassifikation von ländlichen, gemischten und urban geprägten Regionen neu zu fassen und zu präzisieren. Auf der Basis von kleinräumigen Bevölkerungsrastern ist dies viel genauer möglich als mit der bisher von der OECD benutzten Methode der Bevölkerung von Kommunen.

In der von Eurostat und der OECD entwickelten Methode, Regionen zu klassifizieren, spielt die konkrete Verteilung der Bevölkerung eine große Rolle. So können Regionen mit relativ großflächigen Kommunen und mittlerer Durchschnittsbevölkerung durchaus städtisch geprägten Charakter haben.

Dies ist bei einer stärkeren räumlichen Konzentration der Bevölkerung innerhalb der Region der Fall. Andererseits kann die Region bei relativ gleichförmiger Verteilung der Bevölkerung ländlich geprägt sein (Eurostat 2013b; Eurostat 2010, Kapitel 15).

Durch die Neuklassifikation auf der Basis von Bevölkerungsrastern erhöhte sich der flächenmässige Anteil der städtisch geprägten Regionen in der europäischen Union von 9,1 % auf 9,9 % und der Anteil der ländlichen Regionen fiel von 56,7 % auf 51,4 %. Stark erhöht hat sich der Anteil der gemischten Regionen von 34,2 % auf 38,7 % (siehe Abb. 3).

Die Neuklassifikation hatte auch Auswirkungen auf die Erkenntnis, welcher Anteil der Bevölkerung in städtisch oder ländlich geprägten Regionen der Europäischen Union lebt. So erhöhte sich der Anteil der von urbanen Strukturen geprägten Bevölkerung von 41,3 % auf 42,4 %. Entsprechend ist auch ein größerer Anteil des Sozialproduktes städtischen Regionen zuzuschreiben.

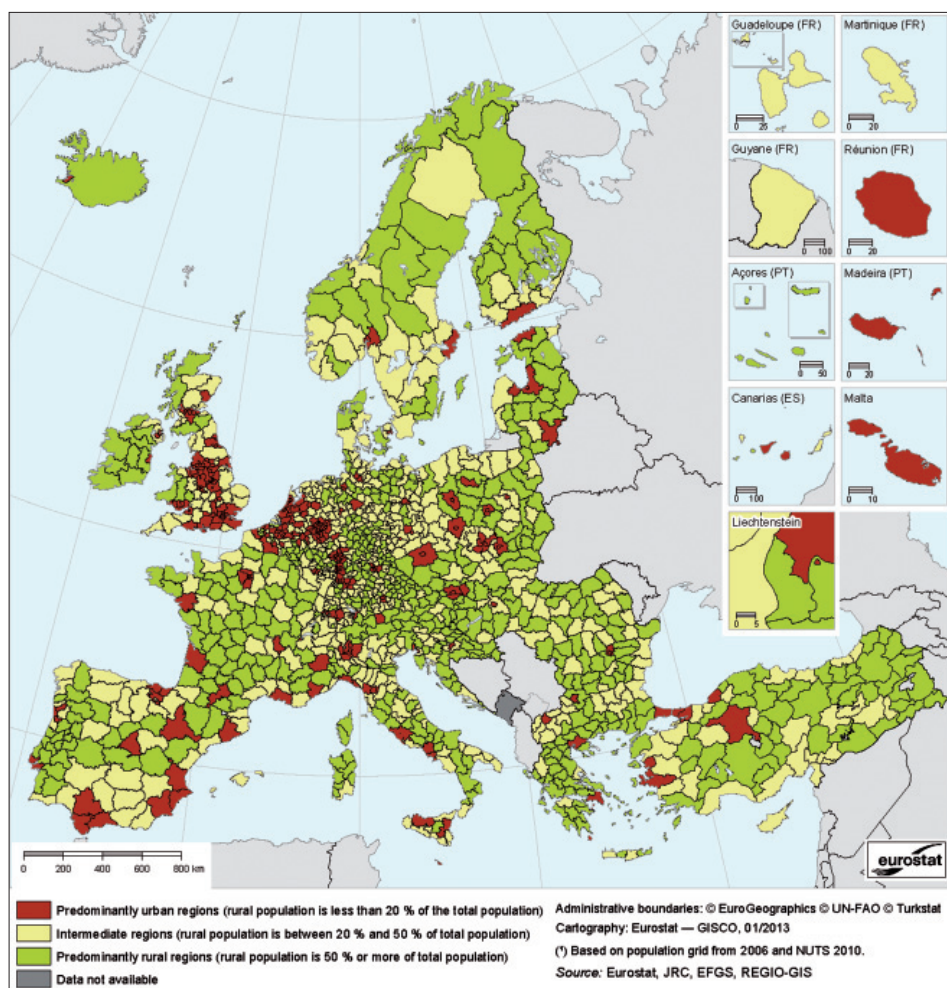


Abb. 3: Klassifikation in städtische, gemischte und ländliche Regionen auf NUTS-3-Ebene in Europa (Quelle: siehe Abbildung)

Die Ergebnisse des Zensus 2011 werden die Klassifikation nochmals verändern und auf eine höhere Stufe der Präzision heben. Die Bevölkerungsraster haben nicht nur den Vorteil, Regionen genauer zu klassifizieren. Sie finden ganz konkret Eingang in die wichtigsten europäischen statistischen Erhebungen, z. B. die Arbeitskräfteerhebung, die u. a. als Basis für eine einheitliche Berechnung der Arbeitslosenquoten dient, oder die Erhebung über Einkommens- und Lebensbedingungen in Europa.

Auf spezifischere Themenstellungen ausgerichtete Erhebungen zu Innovationen oder betrieblichen Weiterbildungsmaßnahmen sind hier ebenfalls angesprochen. Mit einer zuverlässigen Klassifizierung lassen sich Aussagen für Typen von Regionen statistisch zuverlässig treffen, auch wenn der Erhebungsumfang nicht groß genug für einzelne Regionen ist. Mögliche Fragestellungen sind:

- Ist das Risiko der Arbeitslosigkeit in ländlichen Gebieten größer?
- Ist die Bevölkerungsalterung in ländlichen Gebieten stärker ausgeprägt?
- Welche Wirtschaftssektoren haben in ländlichen Gebieten größere Bedeutung?

Das Interesse der europäischen Regionalförderung ist allerdings nicht auf die Unterscheidung von ländlichen und städtischen Regionen beschränkt. Es werden eine ganze Reihe von sogenannten funktionalen Kriterien zur weiteren Charakterisierung unterschieden. Hierzu zählen Gebirgsregionen, Grenzregionen und maritime Regionen (siehe Abb. 4).

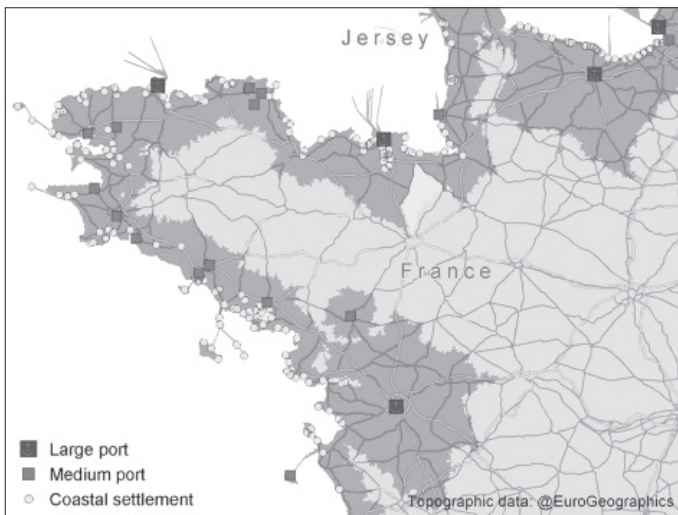


Abb. 4: Maritime Regionen am Beispiel der Bretagne (Quelle: Eurostat 2012)

In einer solchen Analyse kommt es nicht nur auf die Entfernung zum Meer an. Weitere Faktoren sind die Nähe zu größeren Häfen, der Einfluss des Arbeitsmarktes auf die umliegenden Regionen oder durch das Meer beeinflusste Wirtschaftsstrukturen.

4 Fazit

Die zunehmende Bedeutung der Regionalförderung im Rahmen der Europäischen Union macht eine bessere Kenntnis der Eigenschaften von Regionen im Sinne eines gezielteren Einsatzes und einer besseren Kontrolle des Erfolges von Maßnahmen notwendig.

Die Georeferenzierung und räumliche Analysen erlauben es, Regionen entsprechend ihrer Eigenschaften besser zu klassifizieren und zu charakterisieren. Auf europäischer Ebene ist hierbei besonders die Vergleichbarkeit der eingesetzten Methoden wichtig.

Das europäische Projekt GEOSTAT trägt mit einem einheitlichen Ansatz eines Bevölkerungsrasters ein wichtiges Element der Klassifizierung bei. Auf seiner Grundlage wurden z. B. ländliche und städtische Regionen präziser charakterisiert und auch die Basis geschaffen, innerhalb statistischer Erhebungen Besonderheiten solcher Regionen herauszuarbeiten.

5 Literatur

Bartsch, G.; Scirankova, D. (2012): Large differences in regional labour markets show asymmetric impact of the economic crisis, Eurostat Statistics in Focus, Issue Number 54/2012.

EU – European Union (2010): Investing in Europe's Future, Fifth Report on economic, social and territorial cohesion, 8 ff.

Eurostat (2010): Regionaljahrbuch 2010, Section 5 on Household Accounts.

Eurostat (2012): Impact of coastal maritime activities on the hinterland.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Impact_of_coastal_maritime_activities_on_the_hinterland (Zugriff: Juni 2013).

Eurostat (2013a): Population grids.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Population_grids (Zugriff: Juni 2013).

Eurostat (2013b): Updated urban-rural typology: integration of NUTS 2010 and the latest population grid.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Urban-rural_typology_update (Zugriff: Juni 2013).

Krüger, A. (2011): Convergence and disparities in regional Gross Domestic Product, Eurostat Statistics in Focus, Issue Number 46/2011.

Demografiemonitoring und Bevölkerungsprognose als Beispiele kleinräumiger Kommunalstatistik – Methode und Ergebnisse der Stadt Augsburg

Andreas Gleich, Thomas Staudinger

Zusammenfassung

Die Kommunalstatistik ist unter anderem zuständig für die Erschließung, Aufbereitung, Analyse und Darstellung kleinräumiger Daten innerhalb der Gemeinde. Zugeordnet werden die Daten über die „Kleinräumige Gliederung“, welche sich auf die Adresse als Ortsangabe und eine bis zur Blockseite differenzierte räumliche Gliederung des gesamten Gemeindegebietes gründet. Diese Daten (von Einwohnern und Haushalten, über Leistungsempfänger bis hin zu Wahlergebnissen) werden für Berichte im Zuge eines Monitoringansatzes aufbereitet und dienen als Planungsgrundlage für diverse städtische Stellen, um damit Entwicklungen beobachten und Handlungsbedarfe frühzeitig erkennen zu können.

Darüber hinaus werden diese kleinräumigen Daten für weiterführende Analysen genutzt. Ein Beispiel ist die kleinräumige Bevölkerungsprognose, in welche direkt oder indirekt die Indikatoren des Demografiemonitorings einfließen. Die Prognose liefert aus den zu erwartenden Bevölkerungsbewegungen die zukünftige Bevölkerungszusammensetzung und hat damit große Relevanz für städtische Planungen.

Letztendlich benötigen Verwaltung und Politik ebenso wie die interessierte (Fach-) Öffentlichkeit kleinräumige Daten, um Entscheidungen treffen zu können. Wichtig ist dabei die Auswahl der „richtigen“ Daten sowie eine für die Datennutzer brauchbare Form der Datenaufbereitung und -darstellung.

1 Kleinräumige Kommunalstatistik

Als Teil des Gesamtsystems der amtlichen Statistik ist die Kommunalstatistik, mit der Bundes- und Landesstatistik, beispielsweise zuständig für statistische Erhebungen (Volkszählung, Gebäude- und Wohnungszählung usw.), statistische Informationssysteme und insbesondere für die Erschließung, Aufbereitung, Analyse und Darstellung kleinräumiger Daten innerhalb der Gemeinde. Die Basis für vergleichbare Auswertungen zwischen den Kommunen wird im Verbund „Kommunales Statistisches Informationssystem“ (KOSIS-Verbund) gelegt, der als gemeinsame Plattform für ein städtestatistisches Informationsmanagement (z. B. AGK oder SIKURS) gegründet wurde.

In der Stadt Augsburg werden vom Amt für Statistik und Stadtforschung seit 2008 im Strukturatlas jährlich kleinräumige Daten zum 31.12. des Vorjahres veröffentlicht.

Darin sind aktuell 30 Karten für die 298 Statistischen Distrikte sowie 37 Tabellen mit rund 360 Kennzahlen und 300 „Indikatoren“ für die 42 Stadtbezirke enthalten (Stadt Augsburg 2012a). Diese Daten bilden unter anderem auch die Basis für die städtischen Monitoringsysteme und auch für weitergehende Analysen wie die kleinräumige Bevölkerungsprognose. Die kleinräumige Zuordnung erfolgt über das kommunale statistische Raumbezugssystem.

2 Das Raumbezugssystem

Die Kleinräumige Gliederung stellt ein konsistentes Raumbezugssystem dar, welches für jeden Zeitpunkt einen eindeutigen räumlichen Bezug der Sachdaten ermöglicht. Bei der Kleinräumigen Gliederung handelt es sich um eine flächendeckende Aufteilung eines Gebietes in Teilflächen. Die Teilflächen werden über ein alphanumerisches Schlüsselsystem, das einen mehrstufigen hierarchischen Aufbau aufweist, eindeutig abgebildet (Deutscher Städtetag 1991, 15).

Die Adresse – Straße, Hausnummer und Hausnummernzusatz einer Gemeinde – dient dabei als Grundlage des räumlichen Bezugssystems. Damit kann jeder Wohnort einer Person und jeder Standort eines Unternehmens durch die Adresse eindeutig verortet werden.

Eine Adresse wird einer Blockseite der Kleinräumigen Gliederung zugeordnet. Eine Blockseite ist einer Straße zugewandt und wird von einmündenden Straßen begrenzt. In der Abbildung 1 bilden vier Blockseiten einen Block. Die Adressen erhalten damit eine Zuordnung zum alphanumerischen Schlüsselsystem der Kleinräumigen Gliederung. Über dieses System können in der kommunalen Statistikstelle die Einzeldaten (mit Adressen oder Koordinaten) um die Schlüsselnummer der Blockseite ergänzt werden. Diese Zuordnung kann mithilfe einer entsprechenden Referenztabelle bereits beim Produzenten der Primärdaten erfolgen (z. B. bei der Bundesagentur für Arbeit), wenn die Daten bereits anonymisiert (ohne Namen) und pseudonymisiert (ohne Anschrift) an die Statistikstellen geliefert werden müssen.

Eine Blockseite ist die räumlich differenzierteste Ebene der Kleinräumigen Gliederung und damit die kleinste Aggregationseinheit. Bei der weiteren Aggregation werden die nächsthöheren hierarchischen Ebenen jeweils aus den direkt darunterliegenden Elementen gebildet. Nach der Zuordnung der Adressen zu den Blockseiten erfolgen alle weiteren Auswertungen nur noch über die Schlüsselnummern der Kleinräumigen Gliederung. Aus diesen Grundbestandteilen des statistischen Raumbezugssystems lassen sich alle anderen Gebietseinteilungen des Stadtgebietes, wie z. B. Stimmbezirke, Sozialregionen, Verkehrszellen oder Schulsprengel, mosaikartig zusammenstellen und dafür die zugehörigen Sachdaten aggregieren.

Die Verwaltung der Elemente des statistischen Raumbezugssystems mit ihren zeitlichen und räumlichen Bezügen sowie die Zuordnung der Sachdaten erfolgt in der kommunalen Statistikstelle mit dem KOSIS-Programm AGK, einer Kombination aus „Adresszentraldatei, Gebäudedatei und Kleinräumiger Gliederung“.

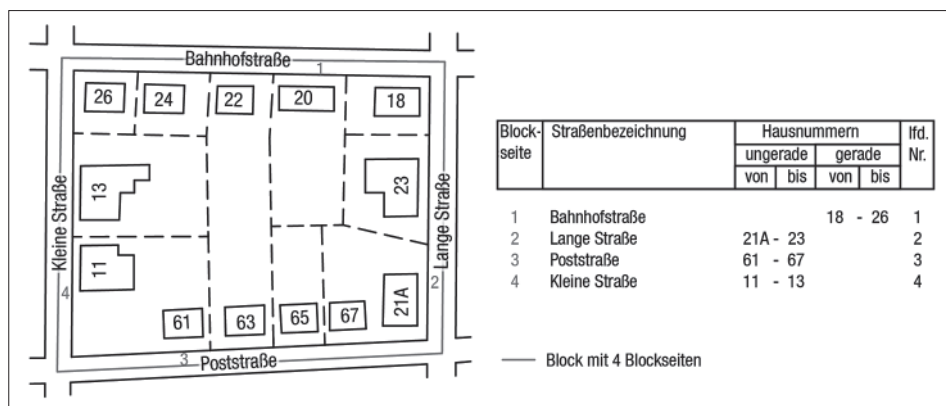


Abb. 1: Zuordnung Adresse zu Blockseite (Quelle: Deutscher Städtetag 1991, 29)

3 Kleinräumige Daten für das Monitoring

Neben der Frage der kleinräumigen Aufbereitung stellt sich immer die Frage, welche Daten wie aufbereitet werden sollen, also welche Daten als absolute Zahlen und welche als Anteile oder Indikatoren benötigt werden. Dazu gibt es von verschiedenen Stellen geleistete und veröffentlichte Grundlagenarbeiten, an denen sich die Stadt Augsburg orientiert (vgl. KGSt 2009 und 2010; VDSt 2011; Gnahn et. al. 2011). Daneben sind Anregungen für spezielle Auswertungen in den Veröffentlichungen kommunaler Statistikstellen zu finden. Aufgrund der Datenlage können jedoch manche Datenwünsche der Fachdienststellen (z. B. zum Haushaltsnettoeinkommen) noch nicht erfüllt werden.

Für das Demografiemonitoring der Stadt Augsburg werden die grundlegenden Indikatoren zur Bevölkerungsstruktur und -entwicklung für die Gesamtstadt und die 42 Stadtbezirke dargestellt (vgl. Stadt Augsburg 2012b). Ergänzt werden die Daten um einheitlich gehaltene und damit vergleichbare Diagramme zur Veranschaulichung ausgewählter Werte. Die verwendeten Indikatoren sind im Glossar erklärt.

Neben dieser klassischen Form der Veröffentlichung von Daten als Bericht, können kleinräumige Bevölkerungsdaten der Stadt Augsburg bei „Statistik Augsburg interaktiv“ im Internet unter www.statistik.augsburg.de abgerufen werden. Darin enthalten sind Informationen zur Bevölkerung, z. B. nach Geschlecht, Nationalität, Migrationshintergrund oder zur Bevölkerungsentwicklung in den Stadtbezirken, Planungsräumen sowie

für die Gebietseinteilungen der Sozialplanung. Abgerundet wird das Angebot zukünftig durch eine Anwendung für Smartphones.

Neben dem Monitoring – also der chronologischen Darstellung von Daten für bestimmte Gebiete – werden in Form von sogenannten Fachberichten vom Amt für Statistik und Stadtforschung auch Sonderauswertungen veröffentlicht. In diesen Fachberichten, im Rahmen der demografischen Berichterstattung beispielsweise im Demografiebericht oder für die Bevölkerungsprognose (s. Stadt Augsburg 2011a und 2012c), werden aktuelle oder für die Stadtentwicklung bedeutende Aspekte vertieft behandelt.

4 Bevölkerungsprognose

Mit kleinräumigen Bevölkerungsprognosen wird in der Kommunalstatistik der spezielle Aspekt der möglichen zukünftigen Bevölkerungsentwicklung analysiert.

Zur Vorausberechnung der Bevölkerungszahl und -struktur in der Stadt Augsburg wird das SIKURS-Bevölkerungsprognosemodell des KOSIS-Verbundes verwendet. Die einzelnen Komponenten der künftigen Bevölkerungsentwicklung (z. B. die Annahmen zu natürlichen und räumlichen Bevölkerungsbewegungen) werden im SIKURS-Modell mit dem traditionellen deterministischen Ansatz errechnet, d. h. dass jeweils der wahrscheinlichste Entwicklungspfad bzw. die mittlere Ausprägung bei einer Vielzahl von Ereignissen bestimmt werden. Deterministisch wird der Ansatz bezeichnet, weil bei gleicher Ausgangssituation und gleichen Prognoseparametern im Gegensatz zu den stochastischen Verfahren der Individualsimulation die Ergebnisse mehrerer Prognoseläufe numerisch übereinstimmen, also reproduzierbar sind.

4.1 Neubaugebiete

Eine wichtige Grundlage für die kleinräumige Bevölkerungsprognose ist die Verortung und Größe – im Sinne der Zahl der angenommenen Bezieher – der geplanten Neubaugebiete im vorgesehenen Prognosezeitraum. Insgesamt wird nach den bestehenden Planungen zwischen 2012 und 2030 in Augsburg Wohnraum für etwa 17 600 Personen geschaffen, wobei für die Jahre 2012 bis 2015 Zuzüge in Neubauten von jährlich ca. 1 272 Personen angenommen werden, für 2016 bis 2020 von ca. 1 527 Personen und für 2021 bis 2030 von ca. 492 Personen. Die Zunahme der Wohnraumkapazität aus den Neubaugebieten wird aber durch Veränderungen der durchschnittlichen Haushaltsgröße und im individuellen Wohnraumbedarf sowie aufgrund von Wohnraumverlusten an anderer Stelle zum Teil wieder ausgeglichen.

Bei einer genaueren Analyse der Neubaubezieher der vergangenen Jahre ist festzustellen, dass weniger die absolute Zahl an Neubaubeziehern als vielmehr die Struktur der Bevölkerung von Bedeutung ist, welche in Neubauten zieht. Diese unterscheidet sich

deutlich von der Struktur der Bestandsbevölkerung. Dies differenziert sich sogar nochmals weiter, wenn man die Struktur der Neubaubezieher nach den Wohnformen und der Lage des Neubaugebietes innerhalb der Stadt Augsburg vergleicht. Die deutlichsten Unterschiede in der Altersstruktur der Bezieher bestehen zwischen den Beziehern von neu gebauten Häusern in der Innenstadt und denjenigen, die in neu gebaute Häuser am Stadtrand einziehen. Die Bezieher von neu gebauten Häusern in der Innenstadt sind überwiegend aus dem Altersbereich zwischen 18 bis unter 45 Jahren. Bei den Neubaubeziehern am Stadtrand ist die Altersgruppe zwischen 18 bis unter 30 Jahren weniger stark vertreten, dafür ist dort der Anteil von Kindern unter 6 Jahren höher (s. Abb. 2).

Diese weitergehende Differenzierung fließt in die kleinräumige Bevölkerungsprognose jedoch nicht ein, da hierzu bereits die genaue Baustruktur aller Neubaugebiete bis 2030 exakt bekannt sein müsste. Mit der laufenden Beobachtung der Gebiete durch das Demografiemonitoring können aber Veränderungen der Bevölkerungsstruktur festgestellt und bei aktuellen Planungen berücksichtigt werden.

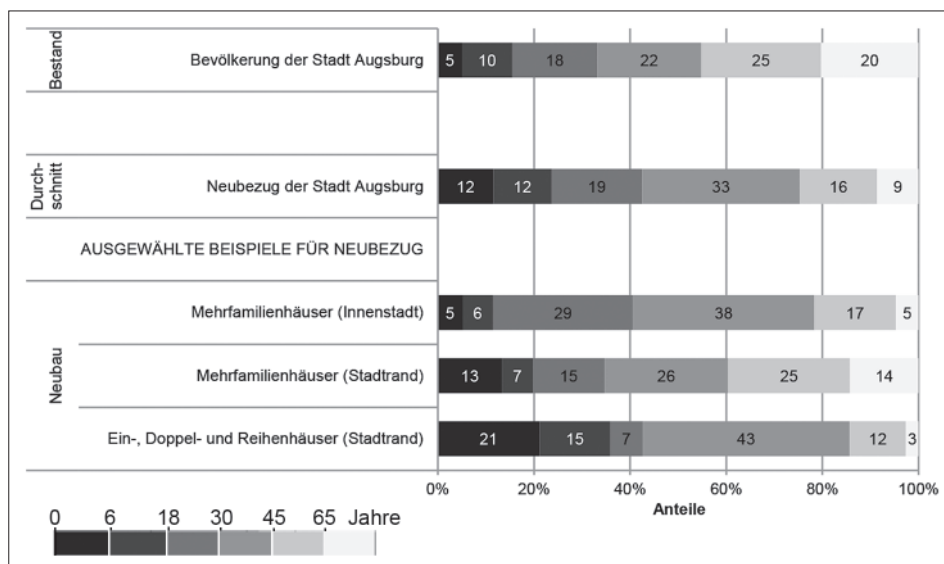


Abb. 2: Durchschnittliche Struktur der Bestands- und der Neubezugsbevölkerung der Stadt Augsburg nach Altersgruppen (Quelle: Amt für Statistik und Stadtforschung, Melderegister 2006-2010)

4.2 Natürliche Bevölkerungsbewegungen

Die Statistik der natürlichen Bevölkerungsbewegung beinhaltet die Lebendgeburten sowie die Sterbefälle und liefert demografische Basisinformationen zum Geburtenverhalten, zur Beurteilung der Sterblichkeitsverhältnisse und der Lebenserwartung der Bevölkerung.

Sie beschreibt somit die Regenerationsfähigkeit einer Gesellschaft. Seit 1968 liegt in der Stadt Augsburg die Zahl der Sterbefälle über der der Geburten (in Deutschland war dies erst 1972 der Fall), d. h. seitdem erhält sich die Zahl der Augsburger ausschließlich über die Zuwanderer.

Im Durchschnitt gebaren die Mütter in Augsburg in den vergangenen Jahren im Alter zwischen 29 und 30 Jahren (mit steigender Tendenz). Der Unterschied zwischen deutschen und ausländischen Frauen betrug 2006 noch ein Jahr, mittlerweile ist fast kein Unterschied im Durchschnittsalter mehr vorhanden. Jedoch liegt die zusammengefasste Fruchtbarkeitsziffer mit 1,5 aktuell noch deutlich über der der deutschen Frauen (Bundesdurchschnitt: 1,1). Für alle Frauen zusammen wurde ein relativ konstanter Wert von etwa 1,2 ermittelt, weshalb für die Bevölkerungsprognose keine Veränderung zur Fruchtbarkeit angenommen wurde.

Das durchschnittliche Sterbealter in Augsburg liegt für Männer bei etwa 77 Jahren, für Frauen bei etwa 81 Jahren, wobei die Berechnungen für die ausländischen Mitbürgerinnen und Mitbürger jeweils ein höheres mittleres Sterbealter ergeben. Der Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern kann vor allem auf geschlechts-differente Verhaltensweisen und Lebensumstände zurückgeführt werden (vgl. dazu Stadt Augsburg 2011a, 16). Die Gründe für die allgemein in der amtlichen Statistik ausgewiesenen Unterschiede in der Lebenserwartung der deutschen und ausländischen Bevölkerung sind wesentlich komplexer und schwieriger zu fassen (vgl. dazu ausführlicher Gaber 2011, 11). Für die durchschnittliche Lebenserwartung wird in der Bevölkerungsprognose bis zum Jahr 2030 ein Anstieg bei Frauen um 1,5 Jahre und bei Männern um 1,8 Jahre angenommen.

Es ist davon auszugehen, dass in den kommenden Jahren nur leichte Veränderungen bei Geburten (Fruchtbarkeitsziffern) und Sterbefällen (Lebenserwartung) auftreten, die nur geringfügige Auswirkungen auf die Bevölkerungszahl der Stadt Augsburg haben werden.

4.3 Wanderungen

Neben den natürlichen Bevölkerungsbewegungen fließen auch die Wanderungen in die Prognose ein. Detailauswertungen nach Einzelaltersjahren ergeben ein differenzierteres Bild des Wanderungsgeschehens über die Stadtgrenzen und der Binnenwanderung in der Stadt Augsburg (vgl. Abb. 3). Bis zum Alter von zehn Jahren überwiegen jeweils die Wegzüge. Dann beginnen bis ins Alter von 20 Jahren die Zuzüge deutlich stärker als die Wegzüge zu steigen, wodurch der für Augsburg entscheidende positive Wanderungssaldo erreicht wird. Ab dem Alter von 21 Jahren beginnen die Zuzüge zu sinken, wobei die Zahl der Wegzüge noch bis ins Alter von 25 Jahren zunimmt, um dann auch zurückzugehen. Die höchsten negativen Wanderungssalden werden zwischen den

Altersjahren von 25 und 35 Jahren erreicht. Danach gleichen sich Zu- und Wegzüge wieder an, wobei die Zahl der Wegzüge fast durchgehend leicht über der der Zuzüge liegt. Letztendlich gewinnt die Stadt Augsburg also besonders durch die (aus)bildungsorientierte Wanderungsgruppe zwischen 15 und 25 Jahren, um dann wieder Personen zwischen 25 und 35 Jahren und evtl. Kinder zu verlieren. Die Gruppe der 15- bis unter 45-jährigen Frauen mit ihrer besonderen Rolle für die Geburtenrate und damit für die Bevölkerungsstatistik weist durch den überwiegenden Zuzug in den unteren Altersjahren bis 30 Jahre zwar einen positiven Wanderungssaldo auf, zieht aber in der nächsten Lebensphase eher wieder weg. Das Wanderungsverhalten über die Stadtgrenzen spiegelt sich auch in der Häufigkeit der Binnenwanderungen nach Altersjahren wider.

Sowohl die absolute Zahl als auch der Anteil der Summe aus Zu- und Wegzügen sowie der Binnenwanderungen je Einzelaltersjahr gehen ab dem Alter von etwa 25 Jahren bis ins Alter von rund 75 Jahren zurück. Der Anteil beginnt dann aber, was in absoluten Zahlen kaum erkennbar ist, wieder anzusteigen. Dieser Effekt liegt in einer verstärkten Wanderung in Seniorenheime begründet (vgl. Stadt Augsburg 2011b).

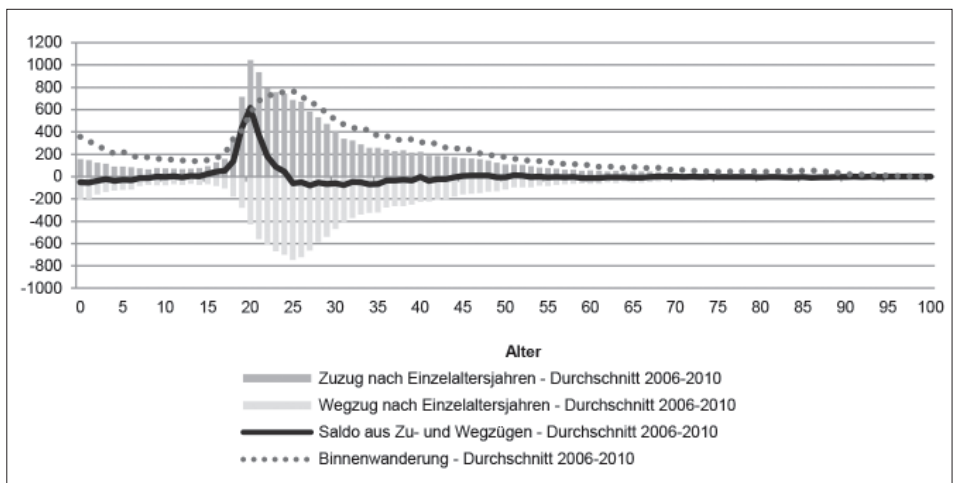


Abb. 3: Durchschnittlicher Wanderungssaldo über die Stadtgrenzen sowie durchschnittliche Binnenwanderungen der Stadt Augsburg nach Einzelaltersjahren (Quelle: Amt für Statistik und Stadtforschung, Melderegister 2006-2010)

Die Außenwanderungen haben einen entscheidenden Einfluss für die gesamtstädtische Bevölkerungsprognose, da sie im Wesentlichen die Veränderung der Bevölkerungszahl bewirken. Der Wanderungssaldo der Stadt Augsburg ist seit 2007 positiv und hat seit 2008, begründet durch einen steigenden positiven Saldo mit dem restlichen Bayern und Europa, noch deutlich zugenommen.

5 Fazit

Die kleinräumige Bevölkerungsprognose der Stadt Augsburg ergab, dass bis 2030 ein leichter Anstieg (ca. 3 %) der Bevölkerung zu erwarten ist. Dabei wurde angenommen, dass bis 2020 der Zuzug in die Stadt Augsburg in etwa auf dem überdurchschnittlichen Niveau der Jahre 2009 bis 2011 liegen wird (EU-Freizügigkeit) und von 2021 bis 2030 wieder auf dem durchschnittlichen Niveau der Jahre 2007 bis 2011.

Wie gut die Bevölkerungsprognose die Bevölkerungsentwicklung, die Struktur der Augsburger Bevölkerung sowie die kleinräumige Entwicklung der kommenden Jahre abbildet, wird sich erst zeigen. Wichtig ist daher die kontinuierliche Beobachtung im Demografiemonitoring, um auf Entwicklungen schnell und zielgerichtet reagieren zu können.

6 Literatur

- Deutscher Städtetag (1991): Kommunale Gebietsgliederung: Empfehlungen zur Ordnung des Straßen-/Hausnummernsystems und Gliederung des Gemeindegebiets nach Gemeindeteilen, Blöcken und Blockseiten sowie DV-Organisation. DST-Beiträge zur Statistik und Stadtforschung: Reihe H 39, Köln.
- Gaber, E. (2011): Sterblichkeit, Todesursachen und regionale Unterschiede. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 52, Berlin.
- Gnahn, D. et al. (2011): Anwendungsleitfaden zum Aufbau eines kommunalen Bildungsmonitorings. Projektgruppe im Rahmen des Programms „Lernen vor Ort“, Wiesbaden – Bonn – Stuttgart.
- KGSt – Die Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (Hrsg.) (2009): Sozialmonitoring. KGSt-Materialien Nr. 4/2009, Köln.
- KGSt – Die Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (Hrsg.) (2010): Demografiemonitoring. KGSt-Materialien Nr. 5/2010, Köln.
- Stadt Augsburg (Hrsg.) (2011a): Bevölkerungsstruktur und -entwicklung in der Stadt Augsburg. Basisbericht zur demografischen Berichterstattung 2011 (Demografiebericht). Beiträge zur Stadtentwicklung, Stadtforschung und Statistik, Heft 32, Augsburg.
- Stadt Augsburg (Hrsg.) (2011b): Wanderungsverhalten der Altersgruppe ab 60 Jahren in Augsburg. Kurzmitteilungen aus Statistik und Stadtforschung, ePaper vom 20. September 2011, Augsburg.
- Stadt Augsburg (Hrsg.) (2012a): Strukturatlas Augsburg. Augsburg.
- Stadt Augsburg (Hrsg.) (2012b): Demografiemonitoring 2012. Augsburg.
- Stadt Augsburg (Hrsg.) (2012c): Kleinräumige Bevölkerungsvorausberechnung 2012 bis 2030 für die Stadt Augsburg. Fachbericht zur demografischen Berichterstattung. Beiträge zur Stadtentwicklung, Stadtforschung und Statistik, Heft 33, Augsburg.
- VDSt – Verband Deutscher Städtestatistiker (Hrsg.) (2011): Indikatoren- und Merkmalskatalog zum demografischen Wandel. Materialien zur Bevölkerungsstatistik. Heft 1, Frankfurt am Main.

Prognosen und Szenarien

Einwohner- und Erwerbstätigenentwicklung in München – Basisdaten von Wohnungsbauprogrammen

Alexander Lang

Zusammenfassung

Die Grundlagenarbeit der Landeshauptstadt München im Bereich der Bevölkerungs- und Erwerbstätigenentwicklung erfährt ihre Relevanz durch Verwendung von Ergebnissen dieser Arbeit in den verschiedensten Bereichen der Stadtentwicklung. Angefangen von der Verkehrspolitik und ihren Strategien zur umweltschonenden Verkehrsbewältigung, der Entwicklung von Gewerbegebieten, der Wohnungspolitik bis hin zu der sozialen und technischen Infrastruktur.

Ein wesentliches Themenfeld ist die Wohnungspolitik. Grundlagen hierfür sind die Wohnungsmarktbeobachtung und die Bevölkerungs-/Erwerbstätigenentwicklung. Neben der Vergabe von Gutachten an Dritte, die sehr intensiv von den eigenen Experten begleitet werden, um die spezifischen Merkmale Münchens und der angrenzenden Landkreise einzubringen, werden viele Untersuchungen durch die Stadtentwicklung selbst durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass die Prognosen keine Black-Box sind, sondern die Parameter benannt und quantifiziert werden können.

Angesichts der Komplexität der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Faktoren Bevölkerung, Arbeitsmarkt und Flächen versucht die Stadtentwicklungsplanung Münchens mittels Komponentenmethodik der Herausforderung zu begegnen. Dabei werden in iterativer Weise die verschiedenen Entwicklungen immer wieder in Beziehung gesetzt, um zu einer möglichst guten Annäherung an die voraussichtliche Entwicklung zu kommen.

1 Einführung

Eigentlich müsste der Untertitel für das Thema „Vorhersage, Prognose, Vision oder Wunschvorstellung“ heißen. Wohnen ist in einer Wachstumsregion mit hoher wirtschaftlicher und naturräumlicher Attraktivität ein stets von Mangel geprägtes Thema. Abgesehen von kurzen Phasen der Entspannung gab und gibt es die Frage, wo und in welcher Form, wie viele Wohnungen zu errichten sind.

In dieser Situation ist es eine besondere Herausforderung an die Analysen und Prognosen in den Bereichen, Bevölkerung, Haushalte und Erwerbstätigkeit sowohl im globalen, regionalen, kommunalen und teilräumlichen Maßstab zu möglichst zutreffenden Aussagen zu kommen. Dies ist zwingend, weil München nicht nur sehr große Wachstumsraten aufweist, in den letzten Jahren wuchs München jährlich in der Dimension einer Kleinstadt,

sondern auch über sehr wenig freie Flächen verfügt. Kennzeichnend ist, dass München nach einer Phase der Konversion von Militär-, Post- und Bahnflächen in die nächste Phase der Konversion von Gewerbeflächen wechselt, wobei für diese Fläche eine große Nutzungskonkurrenz gegeben ist.

Um für das seit 1989 bestehende, in der 5. Auflage 2012 beschlossene wohnungspolitischen Handlungsprogramm „Wohnen in München“ ausreichend Flächenpotenziale zur Verfügung stellen zu können, wurden mehrere Handlungskonzepte mit dem Ziel der Flächenaktivierung angestoßen. Dazu zählt das Projekt „Langfristige Siedlungsfläche“, welches die Strategien „Verdichtung“, „Umstrukturierung“ und „Flächen am Stadtrand“ für die spezifische Situation in München weiter entwickelt. Dabei sollen die Qualitäten Münchens nicht verloren gehen. Darüber hinaus gibt es die „Wohnungsbauoffensive“, die in verschiedenen fachbereichsübergreifenden Arbeitsgruppen konkrete Einzelvorhaben vorantreibt.

Maßgeblich für die Qualität der Lösungen ist die Kenntnis der Wanderungsbewegungen der Haushalte und Unternehmen sowohl im globalen Maßstab als auch auf der regionalen Ebene der innerregionalen Austausch. Trotz eines deutlichen Geburtenüberschusses, der München von vielen Großstädten abhebt, sind die Wanderungen die entscheidende Stellgröße.

Alle Untersuchungen zu den hier angesprochenen Themenkomplexen sind auch unter dem Stichwort „Grundlagen Stadtentwicklung“ auf der Internetseite www.muenchen.de zu finden.

2 Ausgangssituation „Das Henne-Ei-Problem“

Im Kern besteht die Flächenpolitik eines Landes, einer Region oder einer Stadt aus dem Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage nach unterschiedlichen Flächenqualitäten und -quantitäten.

Angeboten werden Flächen mit unterschiedlicher Nutzung, infrastruktureller Anbindung, Zentralität und Nachbarschaft. Dabei konkurrieren in den meisten Fällen unterschiedliche Nutzungen, die auch noch in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis stehen. Deutlich wird dies am Beispiel der Schulversorgung. Ein neuer Wohnbaustandort benötigt aufgrund der dadurch steigenden Schülerzahlen mehr Raum für die Schule. Gleichzeitig bedeutet der vergrößerte Schulstandort zunächst, dass weniger Wohnungen gebaut werden können. An diesem kleinen, aber so alltäglichen Beispiel wird deutlich, wie sich das Thema bis auf die unterste Ebene der Planung verlagert.

Darüber steht aber eine grundsätzliche Thematik. Der Flächenbedarf ist eine Folge verschiedener Prozesse und löst weitere Prozesse aus. Als Motor des Kreislaufes (siehe Abb. 1) ist in erster Linie die Arbeitskräftenachfrage der Unternehmen eines Raumes,

in diesem Fall der Region München, zu sehen. Die Wanderungsmotivuntersuchung aus dem Jahr 2012 (LHM 2012c) zeigt deutlich, dass der Arbeits- und Ausbildungsmarkt der Region bzw. der Stadt die stärkste Motivation für den Zuzug ist. Dies ist natürlich nur deshalb möglich, weil durch die Bereitstellung von gewerblichen Flächen für Unternehmen und von Studienplätzen bzw. Ausbildungsstellen die Attraktivität der Region und ihrer Kernstadt hochgehalten wird. Ohne den Kreislauf und die sonstigen Abhängigkeiten zu vertiefen, wird die Komplexität deutlich.



Abb. 1: Das „Henne-Ei-Problem“ der Flächennutzung in der Stadtentwicklung (Quelle: eigene Bearbeitung)

Festzustellen ist, dass dies nicht ein für München spezifisches Thema ist. Jede Kommune oder Region steht vor der Herausforderung, die für die eigene Situation spezifischen Parameter der Steuerung zu finden. Wo München ein Flächenproblem hat, haben andere Kommunen ein zu geringes Ausbildungsangebot oder zu wenig Mittel für die Wohnungspolitik. Und die Chancen der Problembewältigung sind dabei sehr verschieden.

3 Flächenpotenziale

München ist eine „enge“ Stadt. Mit 310 km² ist sie nicht nur flächenmäßig klein, sondern beherbergt auch 1,4 Mio. Einwohner. Damit ist sie bereits heute die am dichtesten bewohnte Stadt in Deutschland (ca. 4 500 Einwohner je km², Berlin hat im Vergleich knapp 4 000 Einwohner je km²). Dabei ist die Dichte in den Großstädten durch historische Gemeindegrenzen ebenso beeinflusst, wie durch die Handhabung des Instruments

„Eingemeindung“, gleiches gilt für die verschiedenen Stadtquartiere der einzelnen Städte, so weist der Bezirk Schwabing in München über 14 000 Einwohner je km² aus und liegt damit weit über dem städtischen Durchschnitt. Neben der hohen Dichte unterliegt München immer noch einer hohen Zuwanderungsdynamik (siehe LHM 2012c).

Wo sind also die Potenziale für neuen Wohnraum und Gewerbe, um sowohl den neuen Mitbürgerinnen und Mitbürgern Wohnungen anbieten zu können als auch denjenigen Bürgerinnen und Bürgern, die wegen der nicht immer vermeidbaren Verdrängung eine neue Wohnung suchen. Und dies bei gleichbleibender Lebensqualität, die für die Zuziehenden gleich nach Arbeits- und Ausbildungsplatz die größte Anziehungskraft ausübt (siehe LHM 2012c).

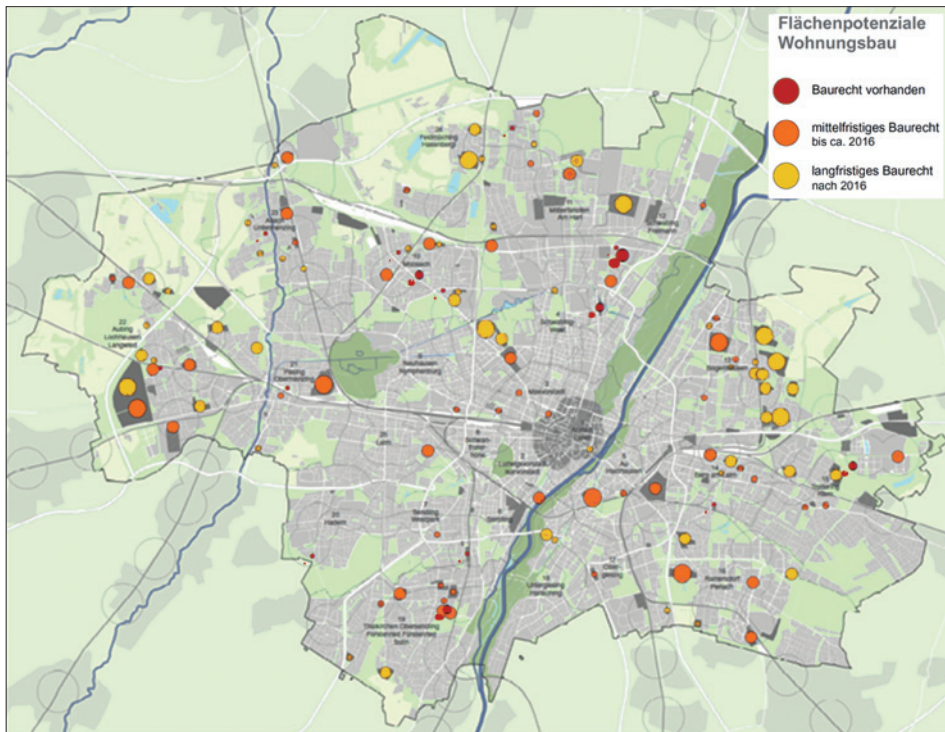


Abb. 2: Flächenpotenziale für Wohnen und Gewerbeentwicklung der Stadt München 2012
(Quelle: Landeshauptstadt München)

Die Potenziale scheinen angesichts der Darstellung in Abbildung 2 vielfältig. Die Vielzahl der Projekte und Vorhaben für die gewerbliche und wohnungswirtschaftliche Nutzung erwecken den Eindruck, dass die Stadt immer noch viele Potenziale für die Bewältigung des eigenen Wachstums hat. Allerdings wird bei genauer Analyse deutlich, dass eine Vielzahl der Flächen erst in mittel- bis langfristiger Perspektive zur Verfügung stehen. Je geringer die verfügbaren Flächen werden, umso mehr Ansprüche werden an ihre Verwendung gestellt. Neben den städtischen Flächen sind viele Flächen im Eigentum

von Unternehmen und Privatpersonen. Hier ist die Zugänglichkeit erheblich schwieriger, insbesondere vor dem Hintergrund, dass auf diesen Flächen der dringend benötigte preiswerte Wohnungsbau nur eingeschränkt verwirklicht werden kann. Schon deshalb sucht die Stadt Partnerschaften mit den großen Immobilieneigentümern, z. B. kommunale Wohnungsgesellschaften, Genossenschaften oder andere Unternehmen, deren Ziel nicht der Verkauf der Wohnung ist, sondern sich als Bestandhalter verstehen. Mit ihnen lassen sich Verdichtungspotenziale schneller und konsequenter verwirklichen als mit Wohnungseigentümergeinschaften. Dennoch sollen Konzepte entstehen, die eine Aktivierung der kleinteiligen Flächen ermöglichen.

4 Bevölkerung

München wächst! Und dies konsequent seit der Jahrtausendwende. München hat einen natürlichen Bevölkerungszuwachs, der durch den Zuzug junger Menschen in der Familiengründungsphase weiter anwachsen wird.

4.1 Bevölkerungsstand

Die Bevölkerung Münchens ist nach einer Stagnation bis 1999, gekennzeichnet durch einige Aufwärts- und Abwärtsentwicklungen seit den olympischen Spielen 1972, im letzten Jahrzehnt deutlich angewachsen. Trotz Bereinigung des Einwohnerregisters durch Einführung der Zweitwohnungssteuer im Jahr 2006 oder durch die Zuweisung der Steueridentifikationsnummern im Jahr 2009 weist München steigende Einwohnerzahlen aus. Gründe für die Entwicklung waren neben den starken Baby-Boomer-Jahrgängen die Stärkung des Wirtschaftsstandortes innerhalb Deutschlands (siehe Kapitel 5). Und in jüngster Zeit haben auch die Zuwanderungen durch die Ausweitung der Freizügigkeit in der EU ihren Beitrag geleistet.

Der Altersaufbau der Bundesrepublik Deutschland zeigt im Unterschied zu München eine eindeutige Tendenz zur Ausdünnung aller Jahrgänge unter 40 Jahren. Gerade in diesem Bereich ab dem 20. Lebensjahr liegt der Bevölkerungsschwerpunkt Münchens. Diese Struktur führt zu einem geringen Jugendquotienten (unter 20-Jährige zu der Erwerbsbevölkerung) und einem geringen Altenquotienten (über 65-Jährige zu der Erwerbsbevölkerung). Der Anteil der Erwerbsbevölkerung ist dementsprechend sehr hoch und dies bei einer, insbesondere im Großstadtvergleich, sehr niedrigen Arbeitslosigkeit (März 2013: 5,4 %, zum Vergleich 10 größte deutsche Städte 9,5 %).

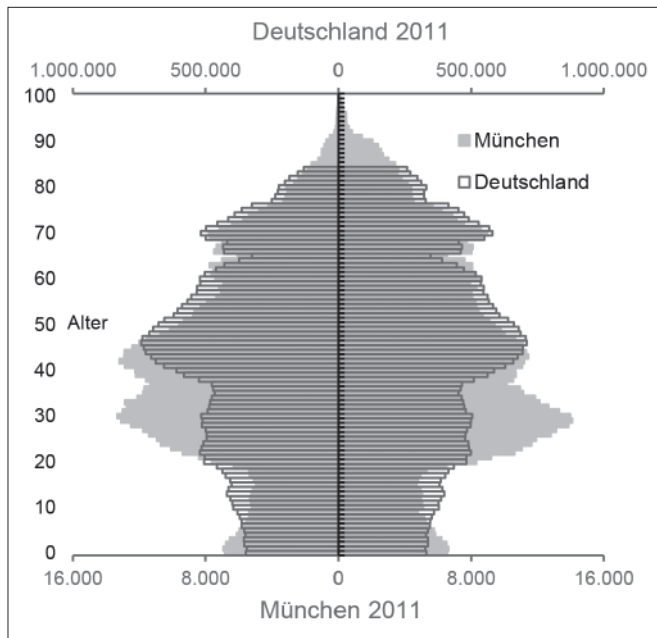


Abb. 3: Altersaufbau der Bevölkerung in München und Deutschland 2011 (Quelle: Landeshauptstadt München 2012b; eigene Bearbeitung)

4.2 Prognose

München gehört zu den wenigen Städten in Deutschland, die in den nächsten 20 Jahren mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit sowohl ein Einwohner- als auch ein Haushaltwachstum haben werden. Die wesentlichen Parameter wie Altenquotient, Jugendquotient und Durchschnittsalter werden sich nur geringfügig verändern und damit verbunden ist, dass der Abstand zu Teilen der eigenen Region und in größerem Maß zu anderen deutschen Großstädten zunehmen wird. Diese Entwicklung beruht in erster Linie auf der weiter hohen Attraktivität als Wohn- und Arbeitsstandort.

5 Erwerbstätigkeit

Die Prognose der Erwerbstätigkeit ist eine der wenigen prognostischen Aufgaben, die nicht gänzlich eigenständig durch die Stadtentwicklung Münchens erarbeitet wird (siehe empirica 2012). Dabei wird die Bearbeitung intensiv durch verschiedene Experten aus dem eigenen Haus begleitet. Die letzte Prognose wurde im Jahr 2011 der Öffentlichkeit vorgestellt. Dabei stellten die Gutachter fest, dass der Anteil Münchens an der Beschäftigung in Deutschland weiter gewachsen ist und auch weiter wachsen wird. Von heute knapp über 4 % der Beschäftigten auf dann 4,5 % der Beschäftigten 2030. Diese Entwicklung ist einer der Gründe, die zum starken Bevölkerungswachstum

führen und gleichzeitig die Konkurrenz um die wenigen Flächen erhöht. Kennzeichen der Entwicklung sind eine extrem niedrige Arbeitslosenquote in der Stadt und ihrem Umland. Einige Landkreise haben inzwischen Vollbeschäftigungsniveau erreicht und München steht kurz davor. Dass dies so bleibt, begründen die Gutachter mit der großen Unternehmensvielfalt bei der Branchenzugehörigkeit und der Unternehmensgröße.

Die Region München trägt auch große Teile des Wirtschaftswachstums im Freistaat Bayern, der in vielen Teilräumen mit einem deutlichen Strukturwandel konfrontiert ist (LHM 2013). Demzufolge gilt dies in größerem Maßstab auch für Deutschland. Wo sind also die Herausforderungen?

Die Herausforderungen liegen in der Alterung der Beschäftigten und dem Fachkräftemangel. Letzterer hat vielfältige Ursachen. Eine davon sind die hohen Mieten, die in ungleichen Verhältnissen zu den Einkommen der Beschäftigten dieser Qualifikationsstufe stehen. Sie können sich einen Zuzug nach München nicht leisten und sind im Unterschied zu geringqualifizierten und auch zu Hochschulabsolventen in vielen Fachbereichen nicht nur in München sehr gefragt. Selbst unter der Prämisse, dass sich das Arbeitsangebot durch Reduzierung von z. B. Teilzeit ausbauen ließe, würde immer noch ein Unterschied von 7 % zwischen Arbeitsnachfrage (in Arbeitsstunden) und Arbeitsangebot bleiben.

6 Wohnungspolitik

Die Wohnungspolitik versucht auf die oben skizzierten Herausforderungen eine angemessene Antwort zu finden. Wie kann eine Lösung aussehen oder zumindest eine weitere Anspannung vermieden werden?

6.1 Wohnungssituation

Die Situation am Wohnungsmarkt München war durch eine lange Phase der Preisschwankungen auf insgesamt gleichbleibendem Niveau nach einem Preissprung Anfang der 1990er Jahre gekennzeichnet. Seit dem Jahr 2006 und damit auch infolge der Bevölkerungszunahme (siehe Kapitel 4) und dem Ende der vorletzten Wirtschaftskrise, ist eine Zunahme der Mieten (Neu- und Wiedervermietungsmieten) und Grundstückspreise festzustellen (siehe Abb. 4). Entgegen dem bisherigen 10-Jahreszyklus, der Münchens Wohnungsmarktentwicklung gekennzeichnet hat, und jenseits der Wirtschaftskrise der Jahre 2008/2009 hat sich keine Beruhigung eingestellt und es wird auch nicht damit gerechnet. Die Flucht in Immobilien vor einer befürchteten Inflation, die große Menge von freien Finanzmitteln, die nach der Herabstufung von Staatsanleihen auf der Suche nach Anlagemöglichkeiten durch die Welt reist und der stabile Arbeitsmarkt haben ihren Teil dazu beigetragen.

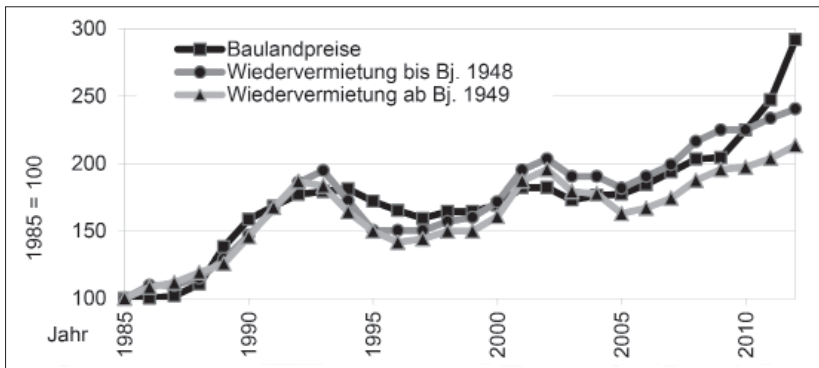


Abb. 4: Entwicklung von Mieten und Grundstückspreisen in München (Quelle: Landeshauptstadt München 2012a; eigene Bearbeitung)

6.2 Handlungskonzept „Wohnen in München“

München will zuwanderungswilligen Unternehmen oder Menschen auf der Suche nach einem Arbeitsplatz nicht abweisen. Abgesehen vom Recht, sich an einem Ort seiner Wahl niederlassen zu dürfen, zeigen viele Beispiele, dass es dauerhaft auch für eine prosperierende Kommune nicht sinnvoll ist bzw. sogar nachteilig sein kann, auf eine weitere wirtschaftliche Entwicklung zu verzichten. Ziel ist es, möglichst allen Einkommensgruppen und Haushalten ein Angebot in München zu schaffen. Dabei ist nicht zu bestreiten, dass trotz der grundsätzlichen Berechtigung von circa 60 % der Haushalte für eines der Wohnungsförderprogramme der Stadt München, nicht alle Menschen in München Platz finden können. Deshalb muss neben den eigenen Bemühungen (zu Details siehe LHM 2012d) auch eine Kooperation mit den Kommunen und Landkreisen des Umlandes erfolgen.

München setzt sich intensiv für eine qualitätsvolle Verdichtung im Bestand und Neubau ein, um die Flächen möglichst optimal zu nutzen. Dies gilt im Übrigen auch im gewerblichen Bereich, wo anderen Orts die Unternehmen nur ebenerdig angesiedelt werden, werden sie in München in städtischen Gewerbsparks auf bis zu vier Ebenen gestapelt, um die Flächen für den Wohnungsbau frei zu halten. Dadurch soll das Ziel von bis zu 1 800 geförderten Wohnungen auch nach 2020 möglich sein. Insgesamt gehen die Prognosen davon aus, dass bis zu 7 000 Wohnungen im Neubau notwendig sind, wenn sich die Wohnfläche pro Kopf, die bereits seit einigen Jahren stagniert, nicht weiter erhöht.

Das Handlungsprogramm verfolgt neben den qualitativen Zielen der Baurechtsschaffung und Förderung von Wohnungen für einkommensschwächere Haushalte auch die Ziele der Energieeinsparung und der Barrierefreiheit. Dies ist allerdings kein Selbstzweck, sondern hat zum Ziel, dass die Menschen möglichst lange und zu bezahlbaren Preisen in

den Wohnungen bleiben können. Die Maßnahmen reduzieren die Kosten für Umzüge, Seniorenheime, Übernahme hoher Heizkosten bei Transferhaushalten usw. Notwendig wie in jedem Fall eine dauerhafte Auseinandersetzung mit den tatsächlichen Bedarfen auf Basis qualifizierter Prognosen und Gutachten.

7 Literatur

empirica (2011): Erwerbstätigenprognose für die Landeshauptstadt München und die Landkreise der Planungsregion 14.

LHM – Landeshauptstadt München (2012a): Bericht zur Wohnungssituation in München 2010-2011.

LHM – Landeshauptstadt München (2012b): Demografiebericht München – Teil 1, Analyse und Bevölkerungsprognose 2011 bis 2030.

LHM – Landeshauptstadt München (2012c): Wanderungsmotivuntersuchung II – 2011.

LHM – Landeshauptstadt München (2012d): Wohnen in München V, Wohnungsbau-offensive 2012-2016.

Methoden zur Ermittlung des Flächenbedarfs für Wohnen und Wirtschaft für die Regionalplanung in Nordrhein-Westfalen

Dirk Vallée

Zusammenfassung

Die Regionalplanung stellt durch eine angemessene und den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit folgende Flächenausstattung für die Wohnungsversorgung der Bevölkerung und die wirtschaftliche Entwicklung einen Rahmen zur Verfügung, der durch die kommunale Bauleitplanung ausgestaltet werden kann. Gleichzeitig leistet die Ausrichtung der Siedlungsentwicklung am Bedarf sowie an der vorhandenen Infrastruktur einen Beitrag zur nachhaltigen Raumentwicklung. Dazu ist der Bedarf an Flächen für den Wohnungsbau und die Wirtschaft durch geeignete Methoden zu ermitteln sowie durch eine systematische Erfassung der bereits planerisch gesicherten Flächenreserven zu ergänzen.

Die bisher verwendeten Rechenmodelle, im Wesentlichen das Komponentenmodell und das GIFPRO-Modell (Gewerbe- und Industrieflächenprognose), sind aufgrund des demografischen Wandels sowie des ökonomischen Strukturwandels weiter zu entwickeln, um auch künftig realistische Bedarfszahlen zu liefern. Dabei sind u. a. sich wandelnde Haushaltsstrukturen und -größen oder die Verschiebungen zwischen den Gewerbesektoren (Produktion, Dienstleistung, Logistik, Kreativwirtschaft) mit ihren jeweils sehr unterschiedlichen Flächenansprüchen zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund sollten die bisher angewendeten Modelle überprüft und ein Weiterentwicklungsbedarf aufgezeigt sowie Lösungsvorschläge dazu erarbeitet werden.

1 Stand der Anwendung in NRW

Im Rahmen der Analyse wurden zunächst die vorhandenen methodischen Ansätze in NRW anhand der Literatur sowie durch Tiefeninterviews und Fachgespräche mit allen Regionalplanungsträgern sowie der Landesplanung in NRW analysiert. In diesem Zusammenhang wurden auch der Stand der Anwendung sowie Probleme bei der Anwendung erfragt. Im Ergebnis dieser Analysen ist festzustellen, dass die derzeitige Praxis in NRW sehr heterogen ist. So wenden einige Regionalplanungsbehörden für die Ermittlung des Bedarfes an Wohnbauflächen, die dem Allgemeinen Siedlungsbereich (ASB) zugeordnet werden, das Komponentenmodell (vgl. Abb. 1; u. a. ILS 2005) an, andere stützen sich auf Trendfortschreibungen sowie Plausibilitätsbetrachtungen und wieder andere schätzen einen Handlungsspielraum auf der Basis von Bevölkerungsprognosen

und der Bautätigkeit in einem definierten zurückliegenden Betrachtungszeitraum ab. Zur Bedarfsermittlung für Wirtschaftsflächen, die in großen Teilen den Flächen für Gewerbe- und Industriebedarf (GIB) zugeordnet werden, nutzen einige Regionalplanungsbehörden das GIFPRO (vgl. u. a. Bauer, Bonny 1986 sowie ILS 2001), andere stützen sich auf Plausibilitätsüberlegungen und nicht näher spezifizierte Trendfortschreibungen zur Bestimmung von Handlungsspielräumen ab.

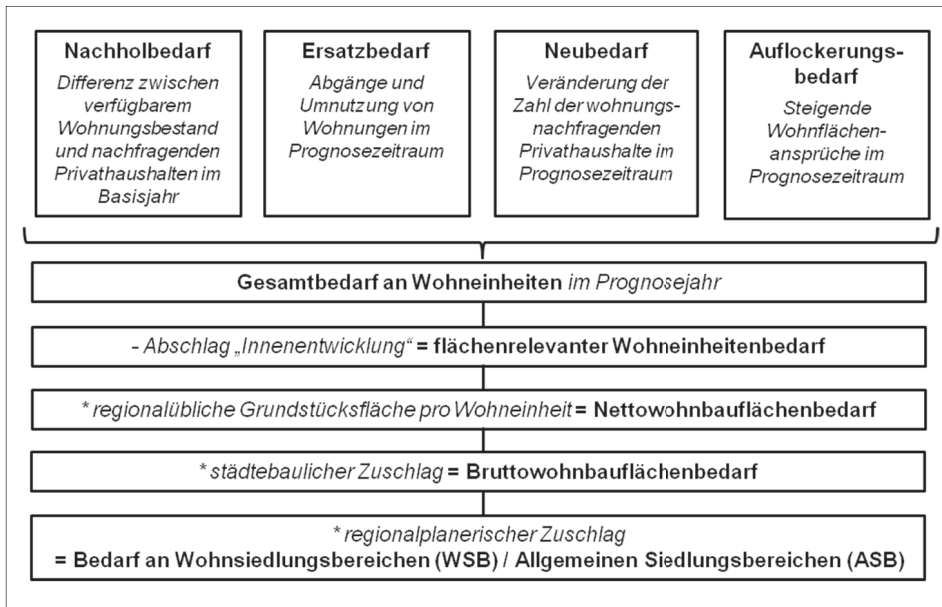


Abb. 1: Komponentenmodell (Quelle: eigene Darstellung nach ILS 2005)

Bei der modellgestützten Bedarfsabschätzung für die Wohnbauflächen nach dem Komponentenmodell (vgl. u. a. ILS 2005) werden, basierend auf der Anzahl der Haushalte sowie dem Wohnungsbestand und deren Entwicklungen im Planungszeitraum (vgl. u. a. BBSR 2010, VRS 2006), ein Neubedarf, ein Ersatzbedarf, ein Auflockerungsbedarf sowie ein Nachholbedarf errechnet. Der Neubedarf soll darin den für einen Zuwachs an Haushalten erforderlichen Bedarf decken, der Ersatzbedarf soll die aus baulichen, städtebaulichen oder qualitativen Gesichtspunkten abgängigen Wohnungen kompensieren. Der Auflockerungsbedarf soll den Zuwachs an Wohnfläche je Haushalt bzw. Person berücksichtigen und der Nachholbedarf soll ein Ausgleich für eine Wohnungsunterversorgung sein. Der so ermittelte Bedarf an zusätzlichen Wohnungen kann dann über Dichtewerte (übliche Grundstücksgrößen oder pauschale Annahmen für Wohneinheiten je ha) in Flächenbedarfe umgerechnet werden. Dabei besteht die Möglichkeit, nach Ein- bzw. Zweifamilienhäusern sowie Mehrfamilienhäusern zu unterscheiden, was auch häufig der Fall ist und womit unterschiedliche Rahmenbedingungen des Wohnungseigentums bzw. der Mieterhaushalte sowie städtebauliche Strukturen berücksichtigt werden können.

Die Berechnungen des GIFPRO-Modells (vgl. Abb. 2; Bauer, Bonny 1986) gehen von der prognostizierten Beschäftigtenentwicklung in einzelnen Wirtschaftszweigen aus und berechnen durch Multiplikation der Beschäftigtenzahl je Wirtschaftszweig mit einem empirisch ermittelten Flächenbedarf je Beschäftigtem den Flächenbedarf je Wirtschaftszweig. Sodann entsteht der Gesamtbedarf durch Zusammenfassung des jeweiligen Flächenbedarfes je Wirtschaftszweig unter Berücksichtigung von spezifischen Wiedernutzungsquoten von künftig frei werdenden Gewerbeflächen aus Betriebsverlagerungen. Problematisch dabei sind bisher die verwendeten starren Quoten der Wirtschaftszweige, deren empirische Basis über eine längere Zeit für NRW nicht aktualisiert wurde, sowie die Flächenkennziffern, die ebenfalls über längere Zeit nicht neu erfasst wurden. Hier besteht mit einer Weiterentwicklung durch das Deutsche Institut für Urbanistik (Difu 2010) ein Ansatz, der diese grundsätzlichen Probleme angeht und Lösungsvorschläge aufzeigt, dem allerdings eine breite und auf NRW verallgemeinerbare empirische Datenbasis zur Weiterentwicklung in ein trendbasiertes Verfahren fehlt.

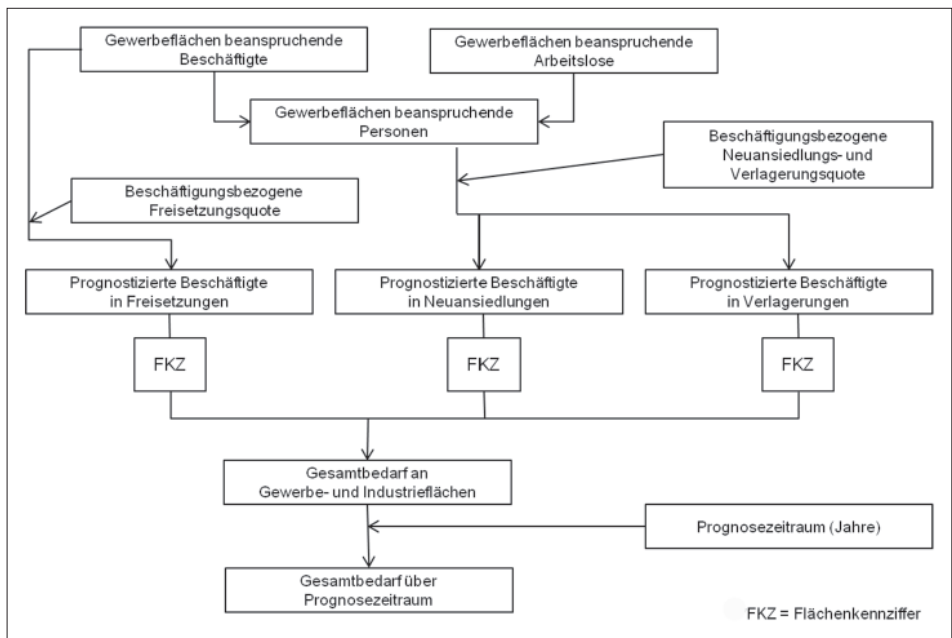


Abb. 2: Gewerbeflächenbedarfsprognose nach dem GIFPRO-Modell (Quelle: eigene Darstellung nach Bauer, Bonny 1986)

Für die angestrebte Weiterentwicklung der bisher genutzten Methodiken waren zudem folgende Anforderungen zu berücksichtigen: die Input-Daten sollten aus allgemein zugänglichen Statistiken und Datenquellen verwendet werden; eine jährliche oder periodische Fortschreibung sollte möglich sein; die Anwendung der neu vorgeschlagenen Modelle sollte dezentral, d. h. bei unterschiedlichen Planungsträgern auf regionaler und

kommunaler Ebene möglich sein und sowohl für eine Bedarfsabschätzung als auch für eine Plausibilitätskontrolle gegenüber Ergebnissen aus anderen Quellen bzw. Methoden genutzt werden können.

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass modellgestützte Bedarfsberechnungen (hier muss eigentlich von Bedarfsabschätzungen geredet werden) a priori einen Flächenbedarf in Abhängigkeit der gewählten Input-Parameter und Methodiken ermitteln. Dieser so ermittelte Bedarf ist nicht identisch mit einer Nachfrage und muss vor allem als Brutto-Bedarf für einen Betrachtungszeitraum angesehen werden. Von diesem sind im Hinblick auf die angestrebte Quantifizierung der in Regional- und Flächennutzungsplänen darzustellenden Flächen die Flächenreserven abzuziehen. Als Flächenreserven sind solche Flächen einzustufen, die bereits planerisch gesichert, aber noch nicht entwickelt sind. Zudem sind Brachen, untergenutzte Flächen oder Baulücken ebenfalls zu erfassen und in geeigneten Anteilen von dem Brutto-Bedarf abzuziehen bevor ein Netto-Bedarf ermittelt und dann planerisch dargestellt werden kann. Insofern ist die hier vorgestellte Methodik um die Saldierung von Bedarf und Reserven zu ergänzen.

Als Ergebnis der Datenrecherchen kann zunächst festgehalten werden (ISB 2012), dass gemeindeweise Bedarfswerte für Planungszeiträume von 15 bis 20 Jahren kaum valide erzeugt werden können. Aufgrund fehlender kleinräumiger Daten sowie Unsicherheiten bei kleinräumigen Prognosen insbesondere zur den Beschäftigtenentwicklung in unterschiedlichen Wirtschaftsgruppen und -sektoren wird empfohlen, die Bedarfsabschätzungen kreisweise zu erzeugen. Auf dieser Aggregationsebene kann von einer höheren Validität ausgegangen werden, weil z. B. Zufälligkeiten aufgrund im Analysezeitraum getätigter oder nicht getätigter Erschließungsmaßnahmen, die temporäre Einwohner- oder Beschäftigtenzuwächse zur Folge haben, ausgeglichen werden. Um Anhaltspunkte für eine gemeindeweise Quantifizierung zu geben, werden Ansätze dargestellt, wie die kreisweise ermittelten Bedarfswerte auf die Ebene der Gemeinden herunter gebrochen werden können.

Die entwickelten Methoden wurden während der Erarbeitung in einem begleitenden und vertiefenden Beteiligungsverfahren mit den Regionalplanungsbehörden und mit einem breit besetzten Beirat unter Beteiligung der kommunalen Spitzenverbände, von Wirtschafts- und Umweltverbänden, verschiedenen Ministerien des Landes NRW sowie der Landes- und Regionalplanung diskutiert. Zudem erfolgte eine Evaluierung der Ergebnisse mittels eines Vergleichs zu den bisher von der Bezirksregierung Düsseldorf angewendeten Methoden. Dabei traten neben praktischen Anwendungsfragestellungen, die im Wesentlichen gelöst und umgesetzt werden konnten, auch sehr gegensätzliche Positionen zu den Ergebnissen der Bedarfsberechnungen sowie Unterschiede aufgrund methodischer Ansätze auf. Beispielhaft seien die Wiedernutzungsquoten für Brachflächen, Flächenkennziffern, Dichtewerte oder die Erfassung von Brachen und Reserven genannt, zu denen von den Wirtschafts- und Umweltverbänden sowie den

Planungsträgern (Kommunen, Regionalplanungsbehörden) sehr konträre Positionen bestanden. Dazu ist darauf hinzuweisen, dass die vorgestellten Methodiken ein Gerüst aufzeigen, planerische Erwägungen und Entscheidungen aber nicht ersetzen können. Zudem kann ein Methodengerüst Widersprüche zwischen einer offensiven Angebotsplanung und einer auf Ressourcenschutz achtenden zurückhaltenden Planung nicht lösen, sondern es können nur sinnvolle und belastbare Ansätze vorgestellt werden, deren Ergebnisse von den anwendenden Planerinnen und Planern zu interpretieren sind und als Abwägungsgrundlage genutzt werden können.

2 Wohnbauflächen

Für die Wohnbauflächen wird eine Vorgehensweise empfohlen, die auf der Ebene der kreisfreien Städte und Kreise, ausgehend von einer bei den statistischen Landesämtern verfügbaren Bevölkerungs- und Haushaltsprognose, den Neubaubedarf, einen Ersatzbedarf sowie eine Fluktuationsreserve ermittelt. Neubau- und Ersatzbedarf ermitteln sich, wie in den bisher angewendeten Modellen auch, aus der Differenz der Haushalte zwischen dem Analyse- und Prognosezeitpunkt bzw. über im Prognosezeitraum zu erwartende Abbruchraten. Dabei ist aufgrund der demografischen Entwicklung zu erwarten, dass in einigen Teilen negativer Neubedarf entsteht, weil die Zahl der Haushalte rückläufig ist. Aufgrund der Individualisierung sowie dem nach wie vor anhaltenden Trend zu kleineren Haushalten steigt jedoch in vielen Gebieten die Anzahl der Haushalte trotz rückläufiger Bevölkerungszahl, sodass noch ein gewisser Wohnungsbedarf aus Neubau- und Ersatzbedarf zu erwarten ist. Negative Werte beim Neubaubedarf zeigen zu erwartende Leerstandsentwicklungen auf und sollten aus planerischer Sicht als Indiz für eine behutsame Flächenentwicklung oder auch einen Neubaustopp interpretiert werden. Hinsichtlich des Ersatzbedarfes ist zu betonen, dass dieser nicht notwendigerweise auch einen Flächenanspruch auslöst, weil Ersatzbauten an Ort und Stelle entstehen können. Angesichts der besonderen Situation in NRW, wo viele ältere Wohngebäude in städtebaulichen Gemengelagen und Mischgebieten bestehen, wurde diese Komponente trotz fachlicher Bedenken nach Abstimmung mit dem Auftraggeber sowie den Begleitgremien beibehalten.

Für den Auflockerungsbedarf sowie den Nachholbedarf wird keine Notwendigkeit mehr gesehen. Der Auflockerungsbedarf beschreibt einen rechnerischen Wohnungsbedarf aufgrund des Wohnflächenzuwachses je Haushalt bzw. Einwohner, der allerdings z. B. aufgrund der anhaltenden Haushaltsverkleinerung zu einer Doppelzählung mit einem gleichzeitig so begründeten Neubedarf führen würde und hohe Remanenzkosten (Kosten, die bei rückläufiger Bevölkerungs- bzw. Nutzerzahl nicht im gleichem Maße sinken wie die Nutzerzahl, weil Anpassungen z. B. der Infrastruktur durch Rücknahme oder Verkleinerung von Straßen, Kanalisation, Kläranlagen, Wasserversorgung, sozialer Infrastruktur, aus technischen, rechtlichen oder wirtschaftlichen Gründen nicht

möglich sind) verursachen würde. Der Nachholbedarf beschreibt einen angespannten Wohnungsmarkt, also zu wenige Wohnungen im Vergleich zur Anzahl der Haushalte. Dieses ist nur noch in wenigen Ballungskernen der Fall, weshalb auch hier empfohlen wird, auf diese Komponente zu verzichten.

An Stelle von Auflockerungs- und Nachholbedarf wird als neue Komponente eine Fluktuationsreserve eingeführt, die eine Entspannung des Wohnungsmarktes herbeiführen soll (vgl. Abb. 3). Aus Vergleichsbetrachtungen zur Immobilienwirtschaft wurde eine Leerstandsquote von 3 % als eine sinnvolle Größenordnung ermittelt, bei der noch nicht zu große Leerstände und Überhänge zu verzeichnen sind, aber auch keine so angespannte Marktsituation erwartet werden muss, welche Umzüge schwer oder unmöglich machen würde. Es wird jedoch empfohlen, von der Fluktuationsreserve bekannte Leerstände abzuziehen.

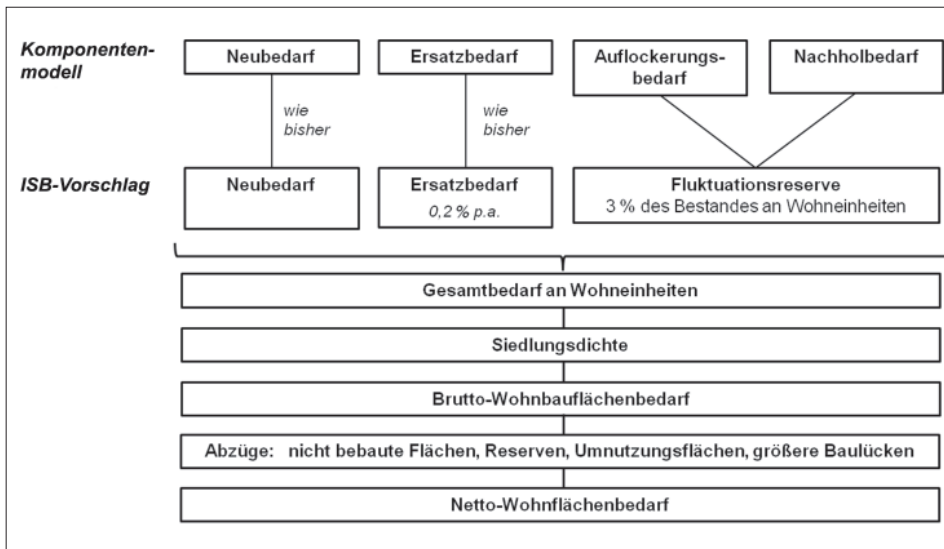


Abb. 3: Methodenmodifikation Wohnbauflächenbedarf (Quelle: eigene Darstellung)

Der sich aus einer Summierung der drei Komponenten ergebende Bedarf an Wohneinheiten ist dann über Dichtewerte in Flächen umzurechnen. Bislang sind derartige Dichtewerte zur Siedlungsflächenentwicklung in NRW nicht gebräuchlich. Andere Bundesländer oder Regionen, u. a. die Region Hannover, die baden-württembergischen Regionen incl. Stuttgart oder die Region Westpfalz, nutzen planerische Dichten erfolgreich, um unterschiedliche raumstrukturelle Gegebenheiten abbilden zu können. In einer ersten Näherung werden folgende Dichtewerte für unterschiedliche Siedlungsstrukturtypen in NRW vorgeschlagen (vgl. Tab 1):

Tab. 1: Empfohlene Siedlungsdichten für NRW (Quelle: ISB 2012)

Siedlungsstrukturtyp	Einwohnerdichte [EW/km ²]	Siedlungsdichte [WE/ha] Bruttobauland
hoch verdichtet	> 2 000	40
verdichtet	1 000 bis 2 000 sowie Oberzentren in gering verdichteten Regionen	30
gering verdichtet	< 1 000	20

Empirische Betrachtungen der Siedlungsdichte in NRW haben gezeigt, dass diese heute zwischen 12 und 90 WE/ha schwankt. Planerisch ist zu empfehlen, die genannten Werte (Tab. 1) als Untergrenzen anzusehen, da ansonsten die Infrastrukturkosten überproportional steigen. Sofern die Ermittlung des Flächenbedarfes auf Kreisebene erfolgt, sind mittlere Dichten für die einzelnen kreisangehörigen Kommunen zu bilden, oder ein Kreis insgesamt z. B. den siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR zuzuordnen. Zudem wurde diskutiert, für Ober- und Mittelzentren einen Zentralitätszuschlag anzuwenden, um die Zentralen Orte zu stärken bzw. eine langfristige Siedlungsflächenkonzentration zu erreichen. Dabei handelt es sich jedoch um eine planerische Zielsetzung bzw. Maßgaben.

3 Wirtschaftsflächen

Für die Ermittlung der Wirtschaftsflächen wurde zunächst festgestellt, dass gegenüber den bisher angewendeten Modellen eine aktuelle, deutlichere und flexiblere Differenzierung nach Wirtschaftszweigen unbedingt geboten ist. Da die einzelnen Wirtschaftszweige sich sehr unterschiedlich entwickeln und vor allem deutlich heterogene Flächenbedarfe haben, wird dieses als unumgänglich für eine valide Prognosebasis betrachtet. Alternativ sind Trendfortschreibungen auf der Basis eines umfassenden und validen Siedlungsflächenmonitorings, die von den Planungsträgern auch favorisiert wurden, denkbar und in NRW konkret im Aufbau. Allerdings fehlt derzeit hierzu noch eine einheitliche, vergleichbare und valide Datenbasis in allen Teilen von NRW, sodass zunächst eine Weiterentwicklung der Berechnungsmethodik angestrebt wurde. Insofern soll für NRW die hier vorgeschlagene Modifikation des GIFPRO-Modells (vgl. Abb. 4) zur Berechnung der Wirtschaftsflächen eine Zwischenstufe darstellen und sollte mittelfristig durch Daten des Flächenmonitorings und einer Trendfortschreibung ergänzt werden.

Die Methodenempfehlung in Anlehnung an das Modell TBS-GIFPRO (Difu 2010) basiert auf einer Prognose der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und der jeweiligen Multiplikation mit Flächenkennziffern für diese Gruppierungen. Für

diese Vorgehensweise müssen allerdings einige Datenlücken berücksichtigt und geschlossen bzw. plausible Annahmen dazu getroffen werden. Dabei ist zunächst zu berücksichtigen, dass in den letzten Jahren durch Umstellung der Statistik die Zuordnung der Wirtschaftszweige zu Wirtschaftsgruppen mehrfach geändert wurde und damit aktuell keine längeren Zeitreihen für die Zahl der Beschäftigten je Gruppe zur Verfügung stehen (nur rückwirkend bis 2008). Unabhängig davon lässt sich jedoch für fünf wesentliche Wirtschaftsgruppen eine differenzierte und dynamische Abschätzung der wirtschaftsgruppenspezifischen Beschäftigtenentwicklung auf Ebene der Kreise mit allgemein verfügbaren statistischen Daten erstellen, womit die wesentlichen Anforderungen (Datenverfügbarkeit, leichte Handhabbarkeit, Transparenz, Validität) erfüllt werden können. Die Prognose basiert auf den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten als Vollzeitäquivalente, d. h. Teilzeitbeschäftigte werden hier zusammengefasst. Dazu wird empfohlen, die Beschäftigten in den „klassischen“ Bereichen der Gewerbeflächennachfrage (Verarbeitendes Gewerbe, Baugewerbe, Verkehr/Logistik, Großhandel) unter Einbezug einer Trendabschätzung zu berücksichtigen. Weiterhin wird eine Differenzierung zwischen Groß- und Einzelhandel vorgenommen, um eine bessere Zuordnung zu ASB-Flächen (eher Einzelhandel) und GIB-Flächen (eher Großhandel) zu ermöglichen.

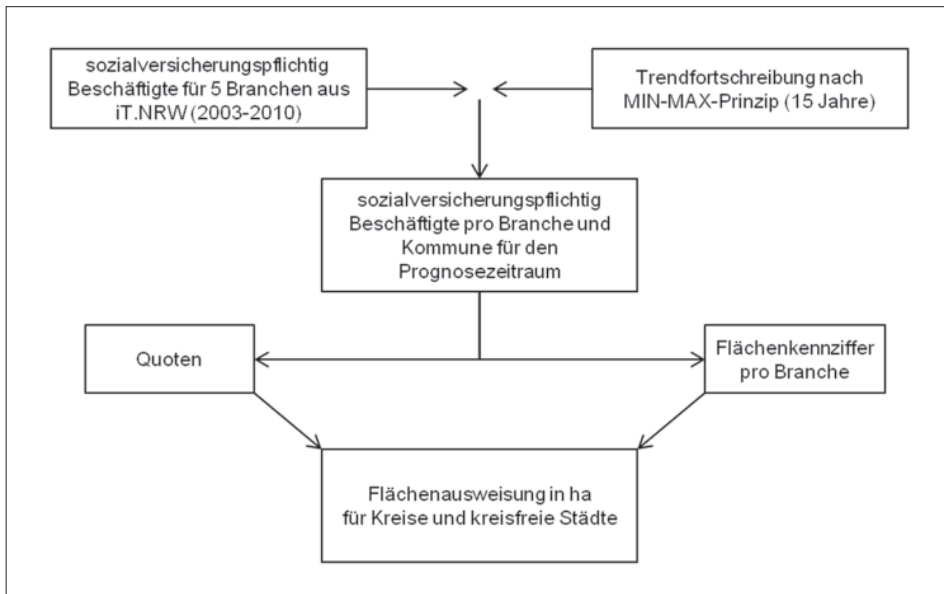


Abb. 4: Wirtschaftsflächenbedarf nach ISB-Vorschlag (Quelle: ISB 2012)

Ein weiteres Problem stellen die zu berücksichtigenden Flächenkennziffern (vgl. u. a. Bonny 1996; Bonny 2013; Tab. 2) dar, die nicht aktuell und empirisch breit abgestützt vorliegen. Eine Empirie hierzu war im Zeit- und Budgetrahmen der Studie nicht möglich. Insofern verbleiben hier empirische Lücken (detaillierte Daten zu Wiedernutzungsquoten

und Flächenkennziffern), die bei der zukünftigen Anwendung der Methoden zu füllen sind. Dies zeigen auch die Erfahrungen aus einer im Rahmen der Studie durchgeführten, unveröffentlichten kleinen und nicht repräsentativen Empirie sowie Untersuchungen der Wirtschaftsförderung der Metropole Ruhr zum gewerblichen Flächenmanagement. Sie stellen nur einzelne Werte zu Flächenkennziffern dar, die aufgrund der spezifischen Rahmenbedingungen (z. B. Anteil Reserve- und Brachflächen) nicht ohne weiteres auf andere Räume zu übertragen sind. Insofern wird empfohlen, die erforderlichen empirischen Untersuchungen zu den Flächenkennziffern möglichst bald durchzuführen.

Tab. 2: Zuordnung der Wirtschaftsflächen zu ASB und GIB sowie Flächenkennziffern je Wirtschaftszweig/Branche (Quelle: ISB 2012)

Branche	Anteil auf GIB-Flächen (%)	Flächenkennziffer (m ² /Beschäftigter)
Verarbeitendes Gewerbe	100	250
Bau	100	200
Großhandel	100	250
Einzelhandel	(100 als ASB-Flächen)	150
Verkehr/Logistik	40	300
Übrige Dienstleistungen	25 (75 als ASB-Flächen)	75

Eine Annäherung über die tatsächlich in Anspruch genommenen Gewerbeflächen (ähnlich der sogenannten Handlungsspielraummethode der Regionalplanungsbehörde Düsseldorf) kann als eine realitätsnahe Lösung betrachtet werden, sofern für einen ausreichenden Zeitraum Monitoring-Daten zur Verfügung stehen. Der Vergleich mit den Ergebnissen der Handlungsspielraummethode im Rahmen der Evaluationsphase zeigte, dass der neue Methodenvorschlag eher höhere Bedarfswerte ergibt als die auf Monitoring-Daten basierende Handlungsspielraummethode.

4 Weitere planerische Hinweise

Angesichts der heterogenen demografischen Entwicklung in den Teilräumen des Landes NRW ist denkbar, dass sich örtlich und im weiteren Zeitverlauf zunehmend verbreitet im Wohnungsbau ein negativer Bedarf ergibt, welcher eine Rücknahme bisher planerisch gesicherter aber noch nicht bebauter Flächen gebieten würde. Abbildung 5 zeigt exemplarisch für den Märkischen Kreis die nach dem Komponentenmodell berechnete Anzahl der Wohneinheiten (ILS) sowie die sich nach der Modifikation des ISB ergebende Anzahl (ISB). Ursache für die Abweichungen sind in erster Linie die rückläufigen Einwohner- und Haushaltszahlen, aber auch die nicht mehr berücksichtigten Auflockerungs- und Nachholbedarfe sowie der reduzierte Ersatzbedarf. Der planerische Umgang mit den dargestellten Überhängen bzw. „negativen Bedarfen“ ist Aufgabe der Regional- und Landesplanungsbehörden zusammen mit den Kommunen.

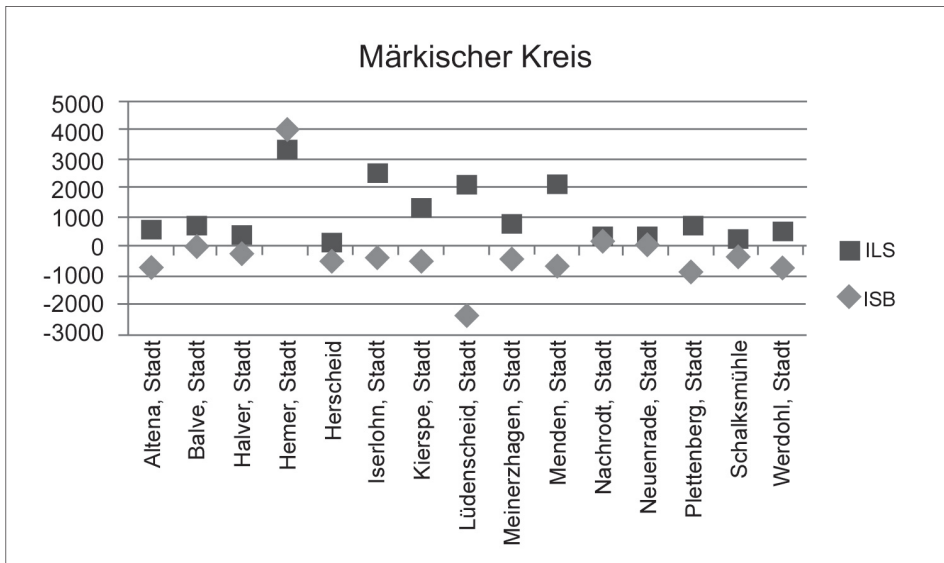


Abb. 5: Ergebnisvergleich für die neu einzuplanenden Wohneinheiten (Quelle: ISB 2012)

Von den Bedarfswerten sind für die weitere Planung Reserveflächen und bei überproportionalen Leerständen auch weitere Flächenanteile abzuziehen. Dazu können bzgl. der Leerstände voraussichtlich die Ergebnisse des Zensus 2011 (für den Wohnungsbestand bzw. -leerstand) sowie des Siedlungsflächenmonitorings (für Reserveflächen, nicht genutzte oder untergenutzte Flächen) herangezogen werden. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die mit der neu entwickelten Methode ermittelten Bedarfswerte vorrangig zur Plausibilitätskontrolle und als Orientierungsrahmen dienen. Im Rahmen der Flächennutzungsplanung ist es dann Aufgabe der Städte und Gemeinden einen anderen (ggf. höheren) Bedarfswert zu begründen. Weiterhin haben die Regionalplanungsbehörden die Möglichkeit, im Dialog mit den Städten und Kreisen regionsspezifischere Daten zu nutzen und in die aufgebauten Modelle einzupflegen.

Das aktuell in NRW im Aufbau befindliche System eines Flächenmonitorings sollte dringend um die Berücksichtigung der Nutzung gewerblicher Flächen ergänzt werden. Hierzu sollten nicht nur die Anzahl, die Größe und die jeweilige Branche verkaufter Grundstücke, sondern auch Beschäftigtenzahlen (aktuell oder geplant) erhoben werden. Dabei sollte unbedingt auf eine Differenzierung nach Wirtschaftsgruppen geachtet werden. Dies ist sowohl im Hinblick auf eine mittelfristige Nutzung des entwickelten ISB-Modellansatzes als auch für eine Ablösung durch eine trendbasierte, Monitoring-gestützte Methode sinnvoll.

5 Literatur

- Bauer, M.; Bonny, H.-W. (1986): Flächenbedarf für Industrie und Gewerbe – Bedarfsberechnung nach GIFPRO, Schriftenreihe des Instituts für Landes- und Stadtentwicklungsforschung Nordrhein-Westfalen 4.035, Dortmund.
- Bonny, H.-W. (1996): Flächenkennziffer – Zur Genese und Nutzung der Flächenkennziffer in der Gewerbeplanung. In: Raumplanung, 73/1996, 92-98.
- Bonny, H.-W. (2013): Kleine Arbeitshilfe zur Gewerbeflächenplanung (04) – Flächenkennziffern; Department Stadtplanung der HafenCity-Universität Hamburg.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2010): Wohnungsmärkte im Wandel – Zentrale Ergebnisse der Wohnungsmarktprognose 2025.
- Difu – Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2010): Stadtentwicklungskonzept Gewerbe für die Landeshauptstadt Potsdam.
- ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung NRW (Hrsg.) (2001): Zur Aktuellen Gewerbeflächenpolitik – Anforderungen an künftige Gewerbeflächen. Auftragnehmer Planquadrat Dortmund.
- ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung NRW (Hrsg.) (2005): Demographischer Wandel und längerfristiger Wohnsiedlungsflächenbedarf in den Gemeinden und Kreisen Nordrhein-Westfalens. Abschlussbericht.
- ISB – Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen University (2012): Bedarfsberechnungen für die Darstellung von Allgemeinen Siedlungsbereichen (ASB) und Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereichen (GIB) in Regionalplänen. Gutachten im Auftrag der Staatskanzlei NRW.
www.nrw.de/landesregierung/landesplanung/siedlungsflächen
(Zugriff 25.06.2013).
- VRS – Verband Region Stuttgart (Hrsg.) (2006): Perspektiven 2025 – Modellrechnungen zur Zukunft von Leben, Wohnen und Arbeiten in der Region Stuttgart bis 2025, Schriftenreihe Nummer 24, März 2006.

Flächennutzung heute und morgen – Aktuelle Trends und Simulationsergebnisse für Deutschland im Jahr 2030

Jana Hoymann, Roland Goetzke

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes CC-LandStraD werden räumliche Landnutzungsszenarien für Deutschland im Jahr 2030 erstellt. Sie dienen dazu, Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu überprüfen. Das Landnutzungsmodell Land Use Scanner wird für die Verortung der künftigen Landnutzungsentwicklung verwendet. Es verknüpft statistische und räumliche Daten so, dass die Nachfrage einer bestimmten Landnutzung nach Fläche auf die am besten geeigneten Rasterzellen verortet wird. Die Ergebnisse zeigen, dass in einigen Regionen Deutschlands ein hoher Siedlungsdruck bestehen bleibt, obwohl die Siedlungs- und Verkehrsflächennachfrage insgesamt im Zeitverlauf geringer wird.

1 Einführung

In Deutschland wird die Landoberfläche intensiv genutzt. Vielfältige gesellschaftliche Anforderungen verlangen die Bereitstellung von Fläche für die Produktion von Nahrungsmitteln, Energie und Holz, für Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur sowie Erholung. Die verschiedenen Nutzungen konkurrieren um die begrenzten Landressourcen, was durch den globalen Klimawandel und die Globalisierung der Wirtschaftssysteme in der Welt noch verstärkt wird. Das Verbundprojekt CC-LandStraD – „Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Klimawandel – Strategien für ein nachhaltiges Landmanagement in Deutschland“ untersucht diese Wechselwirkungen und entwickelt Strategien für ein nachhaltiges Ressourcenmanagement.

Im Teilprojekt „Landnutzungsszenario 2030“ wurde ein Szenario der Landnutzung für Deutschland im Jahr 2030 simuliert, welches die Raumansprüche der verschiedenen Landnutzungssektoren berücksichtigt¹. Das Szenario soll genutzt werden, um Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und deren Wirkungen auf die Landnutzung ex ante zu untersuchen. Außerdem können Gebiete mit besonderem Siedlungsdruck identifiziert werden, die ggf. bereits heute ein Handeln auf planerischer Ebene erfordern. Das umfasst einerseits den Schutz des Freiraums und andererseits die Notwendigkeit, die Innenentwicklung weiter voran zu bringen.

¹ Das Projekt CC-LandStraD wird im Rahmen des Forschungsprogramms Nachhaltiges Landmanagement vom BMBF unterstützt (FKZ: 01LL0909B).

Der Beitrag baut auf Analyseergebnissen des vergangenen Jahres (siehe Goetzke et al. 2012) auf, stellt die Methodik für das Landnutzungsszenario vor und zeigt erste Simulationsergebnisse.

2 Modellierung von Landnutzungsänderungen

Um möglichst genaue räumliche Aussagen treffen zu können, wo der Siedlungsdruck künftig weiter steigt und wo hinsichtlich des Klimawandels Handlungsbedarf besteht, wird das Simulationsmodell Land Use Scanner eingesetzt, welches Änderungen der Landnutzung räumlich verorten kann.

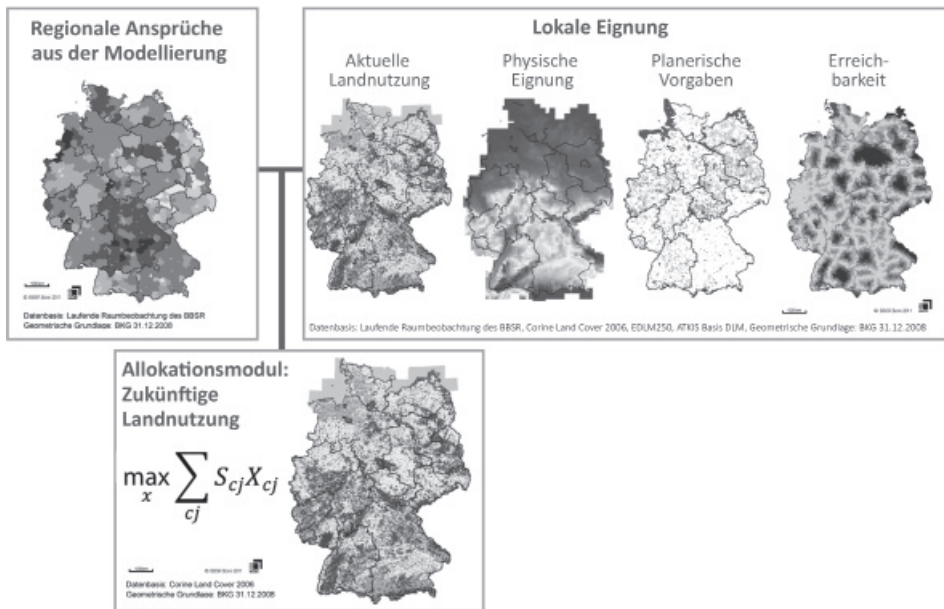


Abb. 1: Funktionsprinzip des Landnutzungsmodells „Land Use Scanner“ (Datenbasis: Laufende Raumbeobachtung des BBSR; CORINE Land Cover 2006 des DFD-DLR, DLM250, ATKIS Basis-DLM, Geometrische Grundlage: BKG 31.12.2008)

2.1 Das Modell Land Use Scanner

Der Land Use Scanner (Abb. 1) ist ein operationelles, GIS-basiertes Simulationsmodell, welches mit einem Optimierungsalgorithmus die Nachfrage nach Land auf die dafür am besten geeigneten Rasterzellen verteilt. Dabei werden alle Landnutzungen gleichberechtigt betrachtet (Hilferink, Rietveld 1999; Hoymann 2010). Der Land Use Scanner wurde bereits in den Niederlanden und im Elbeeinzugsgebiet genutzt, um die Auswirkungen einer veränderten Landnutzung auf den Wasserhaushalt zu untersuchen (Dekkers, Koomen 2007; Hoymann et al. im Erscheinen). Außerdem wurde das Modell eingesetzt,

um die Auswirkungen von Raum- und Fachplanungen auf die Flächennutzung sowohl regional, national als auch international ex ante zu diskutieren (Koomen et al. 2011; Jacobs et al. 2011; Koomen et al. 2008; Lavalle et al. 2011).

2.2 Regionale Raumansprüche

Die künftige Nachfrage nach Land, die das Landnutzungsmodell räumlich verteilen soll, muss vorgegeben werden. Für die Siedlungs- und Verkehrsflächen wurde diese mit dem umweltökonomischen Modell Panta Rhei Regio ermittelt (Goetzke et al. 2012, 186). Aktuelle Trends der Flächeninanspruchnahme zeigen eine weiterhin rückläufige Tendenz. Im Jahr 2011 betrug der tägliche Zuwachs an Siedlungs- und Verkehrsfläche noch 74 ha (STABU 2013). Bis zum Jahr 2030 ist laut Projektion mit einem Rückgang auf 45 ha zu rechnen (Hoymann et al. 2012, 9). Damit wird einerseits das flächenpolitische Ziel, die Flächeninanspruchnahme bis 2020 auf täglich 30 ha zu reduzieren, nicht erreicht. Andererseits ist die Verlangsamung des Flächenzuwachses nicht in allen Regionen gleich verteilt.

Für die künftige Nachfrage nach Land für die Hauptnutzungstypen Wald, Landwirtschaftsfläche sowie naturnahe Flächen und Offenland wird angenommen, dass sie sich den vergangenen Trends entsprechend entwickelt. Basierend auf der Flächenstatistik sowie der CORINE Land Cover ist demnach bis 2030 bundesweit mit einem jährlichen Waldzuwachs von rund 15 000 ha zu rechnen. Demgegenüber gehen Landwirtschaftsflächen sowie naturnahe und Offenlandflächen verloren (Abb. 2)². Im Simulationsmodell werden die Hauptnutzungsarten Landwirtschaftsfläche und Siedlungs- und Verkehrsfläche in weitere Nutzungsarten unterteilt.

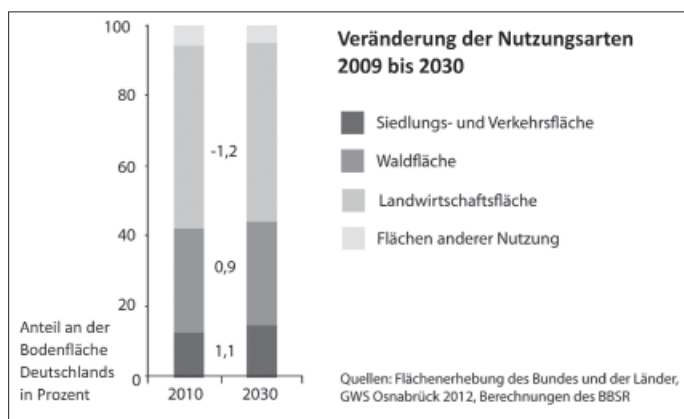


Abb. 2: Veränderung der Hauptnutzungsarten 2010 bis 2030 in Deutschland (Quellen: Flächenerhebung des Bundes und der Länder 2012, GWS Osnabrück 2012, Berechnungen des BBSR)

² Naturnahe Flächen und Offenland werden in der Flächenstatistik nicht ausgewiesen. Daher fallen sie in Abbildung 2 der Klasse Sonstige zu. In der Simulation, die auf den räumlichen Landnutzungsdaten basiert, wird die Nutzungsart aber differenziert.

2.3 Lokale Eignung

Zur Verortung der regionalen Nachfrage wird für jede Nutzungsart eine eigene Eignungskarte erstellt. Alle Eignungskarten bilden Deutschland in Form von Rasterzellen von 1 ha Größe ab und zeigen an, wie gut eine Rasterzelle für die jeweilige Nutzungsart geeignet ist. Grundlage dafür bilden zunächst Daten zur aktuellen Flächennutzung. Ein vergleichender Überblick aktueller Daten ist bei Hoymann 2013 zu finden. Im vorgestellten Szenario wird ein kombinierter Datensatz aus DLM-DE und GMES Urban Atlas verwendet, der zudem durch Informationen aus dem ATKIS Basis-DLM ergänzt wurde. Durch die Kombination dieser Datensätze wurde eine bestmögliche räumliche und thematische Repräsentation der Flächennutzung erreicht.

In die Eignungskarten fließen neben der aktuellen Flächennutzung zahlreiche weitere räumliche Informationen ein, die einen potenziellen Einfluss auf die Änderung der Flächennutzung haben. Dazu zählen Daten zur Geomorphologie, zur Erreichbarkeit von verkehrlicher und sozialer Infrastruktur sowie planerische Vorgaben aus Regionalplänen und Fachplanungen. Abbildung 3 zeigt beispielhaft ausgewählte Standortfaktoren und eine Eignungskarte für die Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung.

3 Simulationsergebnisse

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über erste Ergebnisse zur Simulation der Landnutzung für Deutschland bis zum Jahr 2030. Es zeigt sich, dass ein Großteil der Siedlungs- und Verkehrsflächennachfrage bereits im ersten Simulationszeitraum bis 2015 realisiert wird. Dies entspricht der mit dem umweltökonomischen Modell Panta Rhei Regio ermittelten Nachfrage nach Siedlungs- und Verkehrsfläche. Dieser Trend ist mehr oder weniger ausgeprägt in allen Regionen Deutschlands zu finden. Der Grund für diese Verlangsamung liegt in der demographischen Entwicklung begründet.

Eine Auswertung der einzelnen Komponenten der Siedlungs- und Verkehrsfläche zeigt, dass (vor allem kleinere) Einzelflächen stärker zusammenwachsen. Demzufolge nimmt die mittlere Größe der Flächen zu und die Anzahl der Einzelflächen sinkt. Dies ist besonders kritisch, wenn dadurch Verbindungen in Lebensraumnetzwerken verloren gehen. Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in einem beispielhaften Flächenausschnitt, da in einer gesamtdeutschen Darstellung die Veränderung von Rasterzellen nicht mehr erkennbar wäre.

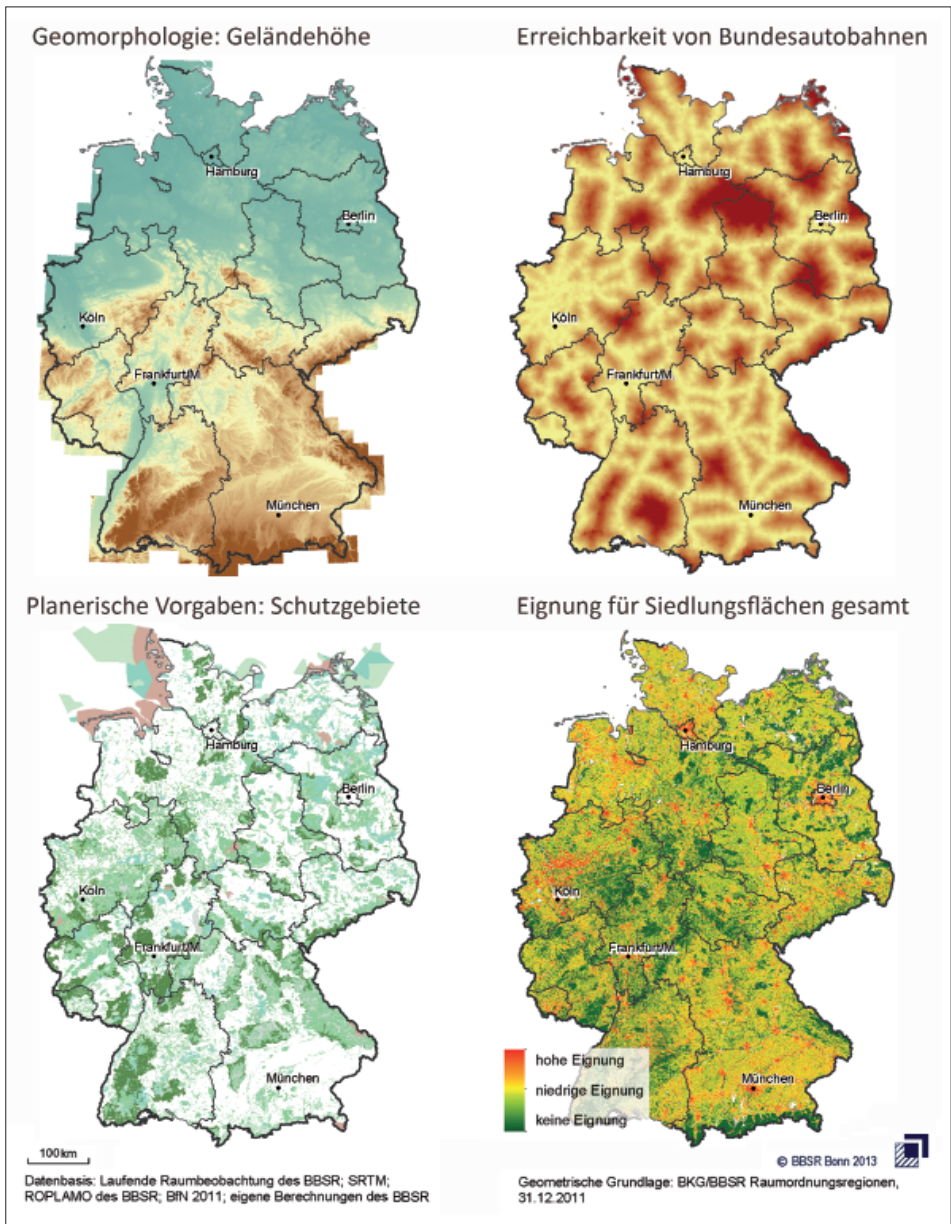


Abb. 3: Exemplarische Standortfaktoren für Eignungskarten im Modell Land Use Scanner (Datenbasis: SRTM, Erreichbarkeitsmodell des BBSR, ROPLAMO des BBSR, Berechnungen des BBSR 2013)

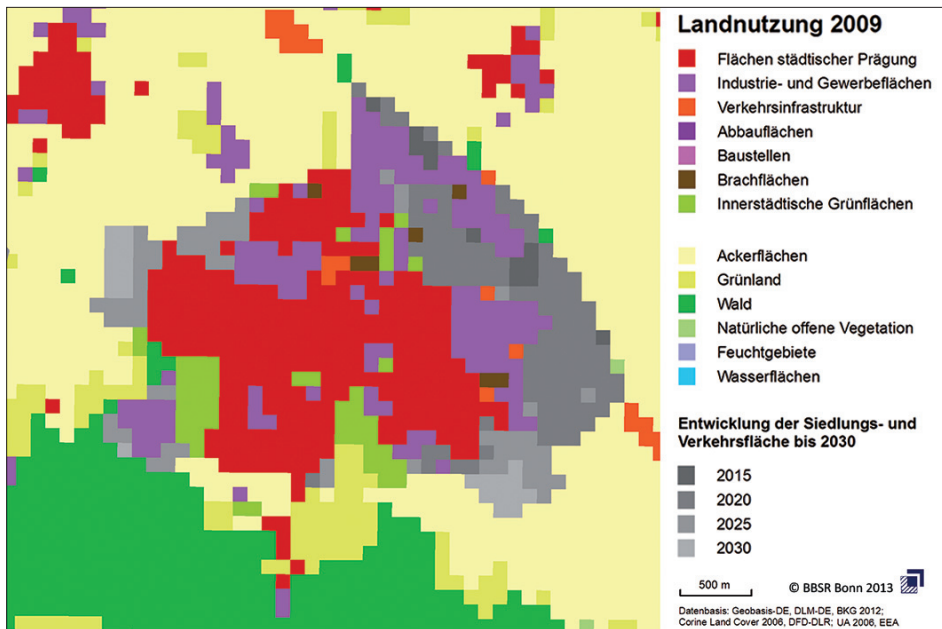


Abb. 4: Exemplarische Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsflächen für einen Testausschnitt Deutschlands auf Rasterbasis (1 ha) 2009 bis 2030 (Datenbasis: Geobasis-DE, DLM-DE BKG 2012, CORINE Land Cover 2006 DFD-DLR, Urban Atlas 2006 der EEA, eigene Berechnungen des BBSR)

Die räumliche Verortung der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung ermöglicht erste qualitative Bewertungen (Abb. 5). So zeigt sich, dass nach der Simulation auch in schützenswerten Räumen Siedlungs- und Verkehrsfläche entsteht. Dabei wurden alle Schutzgebietskategorien außer den Landschaftsschutzgebieten berücksichtigt, da diese eine Siedlungsentwicklung nicht ausschließen³. In den unzerschnittenen verkehrsarmen Räumen (> 100 km²; Gawlak 2001) nimmt die Siedlungs- und Verkehrsfläche bis 2030 gut 4 % zu. Das entspricht einem Zuwachs von 0,15 Prozentpunkten bezogen auf die Gesamtfläche der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume. Einige Regionen weisen einen hohen Siedlungsdruck auf, so dass Siedlungsflächen trotz planerischer Festlegungen in Gebietskategorien entstehen, die für andere Nutzungen vorgesehen sind (z. B. Gebiete des vorsorgenden Hochwasserschutzes). Zu beachten ist allerdings, dass die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Kalibrierung des Modells variieren. Einerseits können diese Ergebnisse tatsächlich ein Indiz dafür sein, dass in einigen Regionen Deutschlands auch künftig ein hoher Siedlungsdruck herrscht bzw. die Nachfrage anderer Landnutzungsarten so hoch ist, dass nicht auf andere Zellen ausgewichen werden kann. Andererseits können sich die genauen Zuwachsraten bei anderer Einstellung im Modell auch ändern. Die Grundtendenz der Entwicklung bleibt allerdings mit hoher Sicherheit erhalten.

³ Dazu zählen: Naturschutzgebiete, Nationalparks, Naturparks, Biosphärenreservate, FFH-Gebiete, SPA-Gebiete und Ramsar-Gebiete.

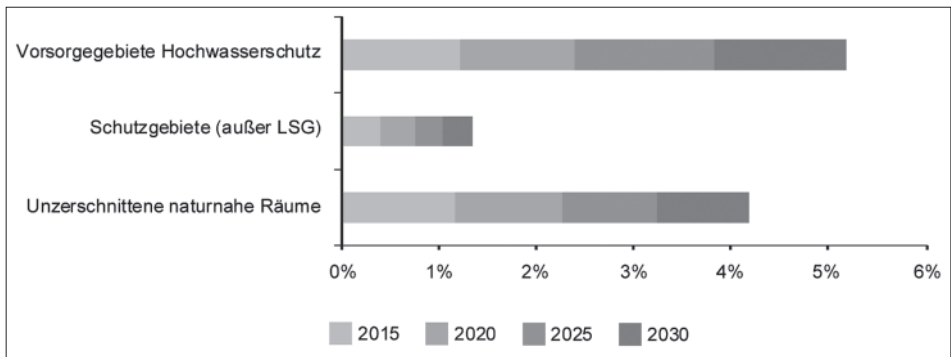


Abb. 5: Zuwachs der urbanen Fläche an der Gebietsfläche unterschiedlicher schützenswerter Räume im Zeitverlauf 2009 bis 2030 (Datenbasis: eigene Berechnungen des BBSR)

4 Fazit

Die dargestellten Ergebnisse stellen einen fortgeschrittenen Arbeitsstand dar, der sich im Detail noch ändern kann. Die Grundaussagen bleiben aber erhalten. Das vorgestellte Basisszenario dient künftig als Grundlage, um im nächsten Schritt Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung zu untersuchen. Darauf aufbauend werden die Wirkungen dieser Maßnahmen auf das Landnutzungsmuster und ihr Beitrag zum Klimaschutz beurteilt.

5 Literatur

- Dekkers, J.; Koomen, E. (2007): Land-use simulation for water management. Application of the Land Use Scanner in two large-scale scenario studies. In: Koomen, E.; Stillwell, J.; Bakema, A. et al. (Hrsg.): *Modelling Land-Use Change. Progress and Application*. Dordrecht, 355-373.
- Gawlak, C. (2001): Unzerschnittene verkehrsarme Räume in Deutschland 1999. In: *Natur und Landschaft* 76(11)/2001, 481-484.
- Goetzke, R.; Dosch, F.; Beckmann, G.; Hoymann, J.; Distelkamp, M. (2012): Wie viel Fläche wird wo und wie verbraucht? Trends, Szenario 2030 und Bewertung. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring IV. Genauere Daten – informierte Akteure – praktisches Handeln*. Berlin, IÖR Schriften 60, 185-193.
- Hilferink, M.; Rietveld, P. (1999): LAND USE SCANNER: An integrated GIS based model for long term projections of land use in urban and rural areas. *Journal of Geographic Information Systems*. 1(12)/1999, 155-177.
- Hoymann, J. (2010): *Modelling future residential development*. Berlin.
- Hoymann, J. (2013): *Neuere Flächennutzungsdaten – Übersicht, Vergleich und Nutzungsmöglichkeiten*. BBSR-Analysen KOMPAKT, 2/2013, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn.

- Hoymann, J.; Beckmann, G.; Dosch, F.; Distelkamp, M. (2012): Trends der Siedlungsflächenentwicklung Status quo und Projektion 2030. BBSR-Analysen KOMPAKT, 9/2012, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn.
- Hoymann, J.; Koomen, E.; Dekkers, J. (im Erscheinen): Szenarien der Siedlungsflächenentwicklung im Elbeeinzugsgebiet. In: Wechsung, F.; Hartje, V.; Kaden, S. et al. (Hrsg.): Die Elbe und ihr Einzugsgebiet im globalen Wandel. Berlin, 197-240.
- Jacobs, C.; Bouwman, A. F.; Koomen, E.; van der Burg, A. (2011): Lessons learned from using land-use simulation in regional planning. In: Koomen, E. (Hrsg.): Land-use modelling in planning practice. Dordrecht, 131-149.
- Koomen, E.; Koekoek, A.; Dijk, E. (2011): Simulating Land-use Change in a Regional Planning Context. *Applied Spatial Analysis and Policy*. 4(4)/2011, 223-247.
- Koomen, E.; Rietveld, P.; Nijs, T. (2008): Modelling land-use change for spatial planning support. *The Annals of Regional Science*. 42(1)/2008, 1-10.
- Koomen, E.; Stillwell, J.; Bakema, A.; Scholten, H.J (2007): *Modelling Land-Use Change. Progress and Application*. Dordrecht.
- Lavalle, C.; Baranzelli, C.; Batista e Silva, F., Mubareka, S.; Rocha Gomes, C.; Koomen, E.; Hilferink, M. (2011): A High Resolution Land Use/Cover Modelling Framework for Europe: Introducing the EU-ClueScanner100 Model. In: Murgante, B.; Gervasi, O.; Iglesias, A., Taniar, D.; Apduhan, B. O. (Hrsg.): *Computational science and its applications – ICCSA 2011*. Berlin, 60-75.
- STABU – Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2013): *Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. Ergebnisse der Flächenerhebung 2011*. Fachserie 3, Reihe 5.1, Wiesbaden.

Autorenverzeichnis

Dr. Martin Behnisch

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: M.Behnisch@ioer.de

Sabine Benneter

Regionalverband FrankfurtRheinMain
Poststr. 16
60329 Frankfurt am Main
E-Mail: benneter@region-frankfurt.de

Christian Berger

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Geographie
Fernerkundung
Grietgasse 6
07743 Jena
E-Mail: christian.berger@uni-jena.de

Klaus-Jürgen Berief

Plan-Zentrum Umwelt GmbH
Straßburger Str. 38
44623 Herne
E-Mail: berief@plan-zentrumumwelt.de

Prof. Dr. Kilian Bizer

Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben
337003 Göttingen
E-Mail: bizer@wiwi.uni-goettingen.de

Prof. Dr. Thomas Blaschke

Research Studios Austria
Forschungsgesellschaft mbH
Studio iSPACE
Schillerstr. 25
5020 Salzburg/Austria
E-Mail: thomas.blaschke@researchstudio.at

Andreas Blum

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: A.Blum@ioer.de

Dr. Jana Bovet

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ
Permoserstr. 15
04318 Leipzig
E-Mail: jana.bovet@ufz.de

Hermann Breuer

Stadt Köln
Amt für Stadtentwicklung und Statistik
Willy-Brandt-Platz 2
50679 Köln
E-Mail: hermann.breuer@stadt-koeln.de

Prof. Dr. Dirk Burghardt

Technische Universität Dresden
Institut für Kartographie
01062 Dresden
E-Mail: dirk.burghardt@tu-dresden.de

Luis Carr

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.
Am Blütenanger 71
80995 München
E-Mail: LCarr@ffe.de

Bernhard Castellazzi, MSc

Research Studios Austria
Forschungsgesellschaft mbH
Studio iSPACE
Schillerstr. 25
5020 Salzburg/Austria
E-Mail: bernhard.castellazzi@researchstudio.at

Yvonne Clerico

Landesamt für Vermessung und Geoinformation
Alexandrastr. 4
80538 München
E-Mail: Yvonne.Clerico@lv.g.bayern.de

Markus Dießelmann

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: M.Diesselmann@ioer.de

Stefan Dittrich

Statistisches Bundesamt
Gustav-Stresemann-Ring 11
65189 Wiesbaden
E-Mail: stefan.dittrich@destatis.de

Klaus Einig

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn
E-Mail: klaus.einig@bbr.bund.de

Andreas Elend

Regionalverband FrankfurtRheinMain
Bereich Geoinformation
Poststr. 16
60329 Frankfurt am Main
E-Mail: elend@region-frankfurt.de

Dr. Thomas Esch

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Landoberfläche
Münchner Str. 20
82234 Oberpfaffenhofen-Wessling
E-Mail: thomas.esch@dlr.de

Dr. Uwe Ferber

PROJEKTGRUPPE STADT + ENTWICKLUNG
Ferber, Graumann und Partner
Stieglitzstr. 84
04229 Leipzig
E-Mail: Uwe_Ferber@projektstadt.de

Jochen Förster

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: J.Foerster@ioer.de

Andreas Gleich

Stadt Augsburg
Amt für Statistik und Stadtforschung
Bahnhofstr. 18 1/3
86150 Augsburg
E-Mail: Statistikamt@augzburg.de
E-Mail: Andreas.Gleich@augzburg.de

Dr. Roland Goetzke

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Referat I 5 – Verkehr und Umwelt
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn
E-Mail: roland.goetzke@bbsr.bund.de

Ulrike Hagemann

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: U.Hagemann@ioer.de

Robert Hecht

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: R.Hecht@ioer.de

Dr. Ralph Henger

Institut der deutschen Wirtschaft Köln
Konrad-Adenauer-Ufer 21
50668 Köln
E-Mail: henger@iwkoeln.de

Jörg Hennersdorf

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: J.Hennersdorf@ioer.de

Hendrik Herold

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: H.Herold@ioer.de

Sören Hese

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Geographie
Fernerkundung
Grietgasse 6
07743 Jena
E-Mail: soeren.hese@uni-jena.de

Dr. Jana Hoymann

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Referat I 5 – Verkehr und Umwelt
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn
E-Mail: jana.hoymann@bbsr.bund.de

Nicole Iwer

Regionalverband Ruhr
Kronprinzenstr. 35
45128 Essen
E-Mail: iwer@rvr-online.de

Prof. Dr. Jochen Jaeger

Concordia University
Department of Geography, Planning and Environment
1455 de Maisonneuve Blvd. W., Suite H1255
Montréal, Québec, H3G 1M8, Canada
E-Mail: jochen.jaeger@concordia.ca

Prof. Dr. Felix Kienast

Eidgenössische Forschungsanstalt WSL
Zürcherstr. 111
8903 Birmensdorf/Schweiz
E-Mail: felix.kienast@wsl.ch

Christiane Köhler

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: C.Koehler@ioer.de

Stefan Königer

Regionalverband FrankfurtRheinMain
Bereich Geoinformation
Poststr. 16
60329 Frankfurt am Main
E-Mail: koeninger@region-frankfurt.de

Dr. Tobias Krüger

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: T.Krueger@ioer.de

Ramona Kurstedt

Landesamt für Vermessung und Geoinformation
Hohenwindenstr. 13a
99086 Erfurt
E-Mail: ramona.kurstedt@tlvermgeo.thueringen.de

Alexander Lang

Landeshauptstadt München
Referat für Stadtplanung und Bauordnung I/22
Müllerstr. 31
80331 München
E-Mail: alexander.lang@muenchen.de

Dr. Martin Lenk

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Koordinierungsstelle GDI-DE
Richard-Strauss-Allee 11
60589 Frankfurt am Main
E-Mail (alt): Martin.Lenk@bkg.bund.de
E-Mail (neu): martin.lenk@bmu.bund.de

Dr. Gotthard Meinel

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: G.Meinel@ioer.de

Sebastian Muhs

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: S.Muhs@ioer.de

Armin Müller

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung,
Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz
Abt. Wasserwirtschaft
Kaiser-Friedrich-Str. 1
55161 Mainz
E-Mail: Armin.Mueller@mulewf.rlp.de

Britta Müller

Regionalverband FrankfurtRheinMain
Bereich Geoinformation
Poststr. 16
60329 Frankfurt am Main
E-Mail: Britta.Mueller@region-frankfurt.de

Dr. Heinz Neite

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Leibnizstr. 10
45659 Recklinghausen
E-Mail: heinz.neite@lanuv.nrw.de

Holger Oertel

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: H.Oertel@ioer.de

Gertrude Penn-Bressel

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: gertrude.penn-bressel@uba.de

Dr. Thomas Prinz

Research Studios Austria
Forschungsgesellschaft mbH
Studio iSPACE
Schillerstr. 25
5020 Salzburg/Austria
E-Mail: thomas.prinz@researchstudio.at

Gunter Schäfer

Eurostat, Europäische Kommission
5, rue Alphonse Weiker
2721 Luxembourg
E-Mail: gunter.schaefer@ec.europa.eu

Dr. Georg Schiller

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: G.Schiller@ioer.de

Tobias Schmid

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.
Am Blütenanger 71
80995 München
E-Mail: TSchmid@ffe.de

Prof. Dr. Christiane Schmullius

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Geographie
Fernerkundung
Grietgasse 6
07743 Jena
E-Mail: c.schmullius@uni-jena.de

Dagmar Schnürch

Research Studios Austria
Forschungsgesellschaft mbH
Studio iSPACE
Schillerstr. 25
5020 Salzburg/Austria
E-Mail: dagmar.schnuerch@researchstudio.at

Ulrich Schumacher

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: U.Schumacher@ioer.de

Christian Schwick

Eidgenössische Forschungsanstalt WSL
Zürcherstr. 111
8903 Birmensdorf/Schweiz
E-Mail: christian.schwick@wsl.ch

Prof. Dr.-Ing. Stefan Siedentop

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung (ILS)
Brüderweg 22-24
44135 Dortmund
E-Mail: stefan.siedentop@ils-forschung.de

Thomas Staudinger

Stadt Augsburg
Amt für Statistik und Stadtforschung
Bahnhofstr. 18 1/3
86150 Augsburg
E-Mail: Statistikamt@augsburg.de
E-Mail: thomas.staudinger@augsburg.de

Christian Stein

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: C.Stein@ioer.de

Dr. Ulrich Sukopp

Bundesamt für Naturschutz
Fachgebiet II 1.3 „Monitoring“
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
E-Mail: ulrich.sukopp@bfn.de

Markus Tum

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Landoberfläche
Münchner Str. 20
82234 Oberpfaffenhofen-Wessling
E-Mail: markus.tum@dlr.de

Univ.-Prof. Dr. Dirk Vallée

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr
Mies van der Rohe Straße 1
52074 Aachen
E-Mail: vallee@isb.rwth-aachen.de

Irene Walde

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Geographie
Fernerkundung
Grietgasse 6
07743 Jena
E-Mail: irene.walde@uni-jena.de

Dr. Ulrich Walz

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden
E-Mail: U.Walz@ioer.de

Jochen Weiland

Büro für Regionalanalyse
Hörder Rathausstr. 15
44263 Dortmund
E-Mail: mail@b-f-r.eu

Gerfried Westenberg

GeoMarketing
Hohenzollernstr. 56
30161 Hannover
E-Mail: gerfried.westenberg@t-online.de

Kerstin Will

Bezirksregierung Köln
Dez. 74 – Geodatenzentrum, Geodateninfrastruktur
Muffendorfer Str. 19-21
53177 Bonn
E-Mail: kerstin.will@bezreg-koeln.nrw.de

Prof. Dr. Gerd Wolff

Landeshauptstadt Stuttgart
Amt für Umweltschutz, 36-3.61
Gaisburgstr. 4
70182 Stuttgart
E-Mail: gerd.wolff@stuttgart.de

Dr. Brigitte Zaspel

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn
E-Mail: brigitte.zaspel@bbr.bund.de

IÖR Schriften

Herausgegeben vom Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.

- 60 Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher, Martin Behnisch (Hrsg.)
Flächennutzungsmonitoring IV
Genauere Daten – informierte Akteure – praktisches Handeln
Dresden 2012
- 59 Michael Roth
Landschaftsbildbewertung in der Landschaftsplanung –
Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Validierung von Verfahren zur
Bewertung des Landschaftsbildes durch internetgestützte Nutzerbefragungen
Dresden 2012
- 58 Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher (Hrsg.)
Flächennutzungsmonitoring III
Erhebung – Analyse – Bewertung
Dresden 2011
- 57 Nguyen Xuan Thinh, Martin Behnisch, Otti Margraf (Hrsg.)
Beiträge zur Theorie und quantitativen Methodik in der Geographie
Dresden 2011
- 56 Christine Meyer
Planning for an Ageing Population –
Experiences from Local Areas in the United Kingdom
Dresden 2011
- 55 Stefan Dirlich
Integration der Bestandsqualität in die Zertifizierung von Gebäuden – Entwicklung
eines ökonomisch-ökologischen Bewertungssystems für nachhaltiges Bauen unter
besonderer Berücksichtigung von Bestandsbauten und traditionellen Bauweisen
Dresden 2011
- 54 Elena Wiezorek
Eigentümerstandortgemeinschaften und Urban Covernance – Eine Untersuchung
kollektiven Handelns in der Stadtentwicklung am Beispiel von Wohnquartieren im
demografischen Wandel
Dresden 2011
- 53 Patrick Küpper
Regionale Reaktionen auf den Demographischen Wandel in
dünn besiedelten, peripheren Räumen
Dresden 2011
- 52 Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher (Hrsg.)
Flächennutzungsmonitoring II
Konzepte – Indikatoren – Statistik
Dresden 2010
- 51 Georg Schiller
Kostenbewertung der Anpassung zentraler Abwasserentsorgungssysteme
bei Bevölkerungsrückgang
Dresden 2010

Die Themen Flächenentwicklung, -monitoring und -management sowie Flächenbedarfsprognosen gewinnen angesichts zunehmender Flächenkonkurrenzen und ambitionierter Flächensparziele in Politik, Raumplanung und Umweltschutz an Bedeutung.

Inzwischen ist eine intensive Fachdiskussion in Gang gekommen, wie und auf welcher Datengrundlage die Flächeninanspruchnahme von Siedlung und Verkehr gemessen werden kann, wie qualitative Aspekte der Flächennutzung in Ergänzung zur amtlichen Flächenerhebung einbezogen werden können, welche Rolle neue hochauflösende topographische Geobasisdaten und Gebäudedaten dabei spielen, wie Innenentwicklungspotenziale erfasst und auf welche Weise Analyseergebnisse übersichtlich und verständlich visualisiert werden können.

Die vorliegende Buchpublikation vereint in diesem Kontext aktuelle Beiträge aus Wissenschaft und Praxis. So werden Antworten zu Fragen nach Flächenerhebungsmethoden, zum fernerkundlichen Flächenmonitoring, zur indikatorenbasierten Beschreibung ausgewählter Aspekte der Flächennutzungsstruktur, zum Einsatz von Geobasisdaten, zu Gebäudeerhebungen und -bestandsanalysen, zu kleinräumigen Datenangeboten und Analyseverfahren zur Siedlungsstruktur sowie zur Prognose der Flächenentwicklung gegeben.

In diesem Band sind die Beiträge des 5. Dresdner Flächennutzungssymposiums 2013 vereint. Damit wird eine Veröffentlichungsreihe zu dieser Thematik seit 2009 fortgesetzt. Bereits erschienen sind folgende Bände: Flächennutzungsmonitoring (Shaker Verlag, Aachen, ISBN 978-3-8322-8740-5), Flächennutzungsmonitoring II (Rhombos Verlag, Berlin, ISBN 978-3-941216-47-1), Flächennutzungsmonitoring III (ISBN 978-3-941216-68-6) und Flächennutzungsmonitoring IV (ISBN 978-3-944101-03-3).